BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

EINUNDVIERZIGSTER JAHRGANG.

BAND XLI.

MIT 1 BILDNISTAFEL, 1 BILDNIS IM TEXT, 1 TAFEL UND 53 TEXTABBILDUNGEN IN 240 EINZELFIGUREN.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a.
1923.

BAND XLI. JAHRGANG 1923. HEFT 1.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

AUSGEGEBEN AM 22. FEBRUAR 1923.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a.
1923.

Printed in Germany

Inhaltsangabe zu Heft 1

Nächste Sitzung der Gesellschaft **Freitag, den 23. Februar 1923,** abends **7** Uhr, im **Hörsaal des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität, Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Straße 1.

Übersicht über die Mitgliederbeiträge.

		Jahresbeitrag einschl. Berichte	Preis der Berichte im Buchhandel am 6. 2. 23	Vorzugspreis für das Botan. Zentralbl.[1]) 1. Halbbd.	Preis des Botan. Zentralblattes im Buchhandel am 6. 2. 23
Deutschland . . .	Mk.	1000,—[2])	15000,—	1200,—	1600,—
Amerika	$	5,—	6,—	1,50	2,—
Belgien/Luxemburg	Frcs.	25,—	60,—	15,—	20,—
Dänemark	Kr.	18,—	27,—	6,80	9,—
England	Sh.	20,—	25,5	6,5	8,6
Frankreich . . .	Frcs.	25,—	75,—	15,—	20,—
Holland	Gld.	12,5	15,—	3,80	5,—
Italien	Lire	25,—	90,—	22,50	30,—
Japan	$	5,—	6,—	Sh. 6,5	Sh. 8,6
Norwegen	Kr.	18,—	30,—	7,50	10,—
Schweden	Kr.	18,—	21,—	5,30	7,—
Schweiz	Frcs.	25,—	30,—	7,50	10,—
Spanien	Pes.	25,—	30,—	7,50	10,—
Tschechoslowakei .	Kr.	25,—	135,—	33,80	45,—

An die Mitglieder, die ihren Wohnsitz in einem Lande haben, in denen die deutsche Markwährung höher ist als am 1. Juli 1914 (z. B. Österreich, Rußland), erfolgt Lieferung der Berichte zu dem für Deutschland geltenden Preise, außerdem sind noch die Versandkosten zu ersetzen.

Alle Geldsendungen werden franko erbeten entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“ oder an den Schatzmeister, Dr. E. TIEGS, Berlin-Steglitz, Bismarckstr. 66, an den man auch alle auf die Bezahlung der Beiträge bezüglichen Schriftstücke gelangen lassen wolle. Zahlungen aus dem Auslande, die nach § 12 der Satzungen laut obiger Aufstellung in der bei den einzelnen Ländern angegebenen, also nicht in deutscher Währung zu erfolgen haben, erbitten wir nur durch Bankscheck oder in Noten.

Auf Anfragen aus Mitgliederkreisen wird erneut darauf hingewiesen, daß wegen der ungünstigen Finanzlage der Gesellschaft freiwillige Spenden, z. B. in Form von Spenderheften, äußerst erwünscht sind.

Es wird gebeten, bei Anfragen Rückporto beilegen zu wollen.

---

1) Erscheint bei GUSTAV FISCHER, Jena, Postscheckkonto: Erfurt Nr. 986 Es wird gebeten, das Botan. Zentralblatt direkt beim Verleger zu bestellen.

2) Ab 1. März 1923: **2000 M.**, siehe 1. Textseite.

Achtung! Für diejenigen Mitglieder, die bis zum 1. März 1923 den Mitgliedsbeitrag von 1000 M. nicht eingesandt haben, mußte der Beitrag auf **2000 M.** erhöht werden.
Der Vorstand.

Sitzung vom 26. Januar 1923.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem Ableben unseres Mitgliedes, des Herrn Dr.

Fritz Schanz,

Sanitätsrat, Augenarzt in **Dresden-A.**, der am 22. Januar gestorben ist.

Zu Ehren des Verstorbenen erheben sich die Anwesenden von ihren Plätzen.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Bronsart von Schellendorf, Frl. Dr. **Huberta**, Assistentin am Botan. Institut der Landwirtsch. Hochschule **Hohenheim** bei Stuttgart (durch H. SCHROEDER und G. LAKON),

Goebel, Dr. **Franz**, Studienrat in **Neusalz a. d. Oder** (durch E. LEICK und S. LANGE),

Himmen, **Eugen**, stud. chem. in **Greifswald**, Wilhelmstr. 15a (durch F. ROSSNER und S. LANGE),

Keißler, Dr. **Karl**, Kustos und Leiter der botanischen Abteilung des naturhistorischen Museums in **Wien I**, Burgring 7 (durch A. ZAHLBRUCKNER und R. V. WETTSTEIN),

Kremer, Frl. **Elisabeth**, Studienassessor, in **Sorau N.-L.**, Forschungsinstitut für Bastfasern (durch E. SCHILLING und H. KAPPERT),

Müller, Justus in **Hamburg 13**, Grindelallee 35 (durch H. WINKLER), und E. IRMSCHER),

Petersen, **Fritz-Jürgen** in **Hamburg 26**, Mittelstraße 44 (durch H. WINKLER und E. IRMSCHER),

Rabbow, **Hans**, cand. phil. in **Greifswald**, Langefuhrstr. 21 (durch F. ROSSNER und S. LANGE),

Schlorff, Frl. **Mara** in **Wolgast i. P.**, Baustr. 5 (durch F. ROSSNER und S. LANGE),

Schmidt, Frl. Dr. **Eva** in **Berlin-Lichterfelde**, Drakestr. 29a (durch L. BRAUNER und F. HERRIG),

Spohr, Dr. **Edmund**, Privatdozent in **Dorpat** (Estland), Botanischer Garten (durch F. BUCHHOLTZ und P. CLAUSSEN),

Timm, Dr. **Rudolf**, Professor in **Hamburg 39**, Bussestraße 45 (durch H. WINKLER und E. IRMSCHER).

Vailionis, **Liudas**, Dozent an der Litauischen Universität in **Kowno** (durch K. REGEL und P. GRAEBNER),

von **Wettstein**, Frau Dr. **Else** in **Berlin-Dahlem** (durch C. CORRENS und F. v. WETTSTEIN).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

Bode, Dr. **Hans Robert**, Assistent in **Bonn-Poppelsdorf**,
Hayata, Dr. **Bunzo**, Professor in **Tokyo**,
Heil, Dr. **Hans**, Assistent in **Darmstadt**,
Ludewig, **Georg**, Garteninspektor in **Münster i. W.**,
Helming, **Thèodor**, Kaplan in **Münster i. W.**,
Winkelmann, **August**, cand. rer. nat. in **Münster i. W.**,
Schratz, **Eduard**, cand. rer. nat. in **Münster i. W.**,
Kintzinger, Frl. Dr. **Maria** in **Recklinghausen**,
Knoke, Frl. **Franziska**, Studienreferendarin in **Münster i. W.**,
Heitz, Dr. **Emil**, Assistent in **Weihenstephan**.

Herr B. LEISERING legte eine von unserem Mitglied Herrn ERWIN JANCHEN-Wien verfaßte Zusammenstellung der in Deutschland und Österreich an wissenschaftlichen Anstalten wirkenden Botaniker vor; das Heft ist bei CARL GEROLD's Sohn (Wien und Leipzig) erschienen.

Herr H. MIEHE demonstrierte an einer Reihe von mikroskopischen Präparaten die Entwicklungsgeschichte der Algensymbiose bei *Gunnera macrophylla*. An den Insertionsstellen der Blätter befinden sich je drei warzen- oder schwielenförmige Auswüchse, unterhalb welcher das algenführende Gewebe liegt. Das Organ ist als umgestaltete Wurzel aufzufassen. Diese Wurzeln werden schon dicht unter dem Vegetationspunkt endogen angelegt und brechen rasch nach außen durch, worauf die Spitze aufgelöst wird. Gleichzeitig bilden sich Interzellulargänge aus. Die Algen sind bereits in der Knospe vertreten, eingebettet in den Schleim, der aus zahlreichen Schleimdrüsen der jüngsten Blättchen stammt. Das gleiche gilt für sämtliche Achselknospen. Sie wandern in wenigen Exemplaren in die Interzellularspalten der Wurzelanlage hinein und vermehren sich zunächst interzellular, während sich

die Wurzelanlage an der Spitze wieder durch Wachstum der Zellen schließt. Später dringen die Algen in die lebenden Zellen ein, wobei eine reversible Verschleimung der Zellmembranen erfolgt. Im entwickelten Algengewebe sind sie fast ausschließlich intrazellular, ohne daß die Wirtszellen dadurch geschädigt werden. Mit zunehmendem Alter des Algengewebes macht sich eine Desorganisation der eingedrungenen Algen bemerkbar. Auch einzelne Gewebepartien der Wirtspflanze sterben ab, in denen jedoch dichte Mengen wahrscheinlich enzystierter Algen erhalten bleiben. Ob auch die Samen bereits die Algen enthalten, ob also auch bei *Gunnera* eine zyklische Symbiose vorliegt, ließ sich wegen unzureichenden Materials nicht sicher nachweisen. Jedenfalls erfolgt aber beim Wachstum der (bei *G. macrophylla* gestreckten) Sprosse die Infektion immer von seiten der Algen, die sich dauernd oberhalb des Vegetationspunktes halten. Die Untersuchungen sollen, namentlich durch Kulturversuche mit lebenden *Gunnera*-Arten, fortgeführt werden.

In der Dezember-Sitzung legte Herr J. GRÜSS eine Aquarellzeichnung von einer Stein- oder Wintereiche *(Q. sessiliflora* Sm.) vor, der als Gipfelsproß eine immergrüne Eiche aufgepfropft ist. Diese bestimmte Prof. DIELS als *Q. pseudo-Turneri* C. Schneider (= *Q. Turneri hort.*, *Q. austriaca sempervirens hort.* Spaeth) und bemerkte dazu, daß nicht bekannt ist, woher diese nur in Gärten vorkommende Art stammt. Die im Bilde vorgeführte Pfropfeiche befindet sich im Goldmannpark zu Friedrichshagen. Der Stamm der Steineiche ist etwa 3 m hoch, hat am Grunde einen Durchmesser von 14 cm und endet mit einem dicken Callusring von 16 cm Durchmesser, aus dessen Mitte sich der etwa 2,5 m hohe Stamm der immergrünen Eiche erhebt. Der Durchmesser desselben beträgt am unteren Ende 6 cm. Dieser aufgesetzte Sproß hat seit 1900 bis jetzt jede Winterkälte gut überstanden und ist noch dadurch bemerkenswert, daß er im Juni den größeren Teil seiner älteren Blätter abwirft. Es wäre wohl wünschenswert, daß ähnliche Pfropfversuche zwischen immergrünen und laubabwerfenden Arten im weiteren Umfange ausgeführt werden; sie könnten vielleicht einen geeigneten Gegenstand der Untersuchung für die Physiologie immergrüner Gewächse abgeben.

Mitteilungen.

I. Theo J. Stomps: Über die Umwandlung des Blattes zum Stengel.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 21. Juli 1922. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

In den letzten Jahrzehnten hat die Auffassung, daß Stengel und Blatt als heterogene, absolut gegensätzliche Bildungen zu betrachten sind, mehr und mehr das Feld räumen müssen. Immer mehr hat man eingesehen, daß es brauchbare Unterscheidungsmerkmale zwischen Blatt und Stengel eigentlich gar nicht gibt. Die Form bildet ein solches Merkmal nicht, das zeigen die Phyllocladien und die Blätter von *Juncus*. Das meistens begrenzte Wachstum der Blätter und das unbegrenzte der Stengel ebensowenig, denn die Blätter von *Lygodium* und *Welwitschia* wachsen immerfort — letztere zwar an der Basis — und Sprosse mit begrenzter Entwicklung sind sehr allgemein. Von Wichtigkeit ist sodann, daß Blatt und Stengel oft gleichnamige Metamorphosen durchmachen. Man kennt in Ascidien, in Dornen und in Ranken verwandelte Stengel, aber auch Blattbecher, Blattdornen und Blattranken. In dieser Beziehung wäre besonders auch an die Studien GOEBELs[1]) über die Entstehung der Blasen der Utricularien zu erinnern, die ihn zum Schlusse führten, daß hier die Unterscheidung von Blatt und Sproß überhaupt aufhört. Der z. B. bei der Saxifragacee *Dulongia acuminata* zu beobachtende Zustand, daß die Blüten getragen werden von Blättern, die nicht gut Phyllocladien sein können, u. a. weil Deckblätter an ihrem Fuße fehlen, hat für unser Problem gewiß gleichfalls Bedeutung[2]). Für die Auffassung, daß Blatt und Stengel gleichen Ursprunges sind, namentlich wichtig sind aber diejenigen Fälle, in denen man Stengel sich regelrecht an ihrer Spitze in Blätter oder Blätter in Stengel umwandeln sah. Die

1) K. GOEBEL, Organographie der Pflanzen, Bd. I, 2. Aufl., S. 118 u. f. Siehe auch: H. GLÜCK, Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse, Teil II, Jena 1906.

2) Vgl. hierzu H. HARMS, Über eine Meliacee mit blattbürtigen Blüten. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. XXXV, 1917.

sogenannten spitzenständigen Blätter wollen wir hier weiter außer Betracht lassen, der von GOEBEL und KUPPER[1]) für verschiedene Arten von Farnen, Arten von *Adiantum*, *Aneimia rotundifolia* usw. beschriebenen, äußerst interessanten, direkten Umwandlung von Blattscheitelzellen in Sproßscheitelzellen aber noch Erwähnung tun. Einen ähnlichen, wie ich glaube nicht weniger merkwürdigen Fall habe ich in diesem Frühjahr bei einer höheren Pflanze beobachtet und möchte ich jetzt kurz beschreiben, trotz des Umstandes, daß ich damit eigentlich in eine Wiederholung trete. HUGO DE VRIES hat ihn nämlich schon nebenbei erwähnt in seiner Mutationstheorie, gibt ihm aber eine andere Deutung.

In einer Kultur von *Oenothera Lamarckiana* × *O. biennis mut. cruciata*, und zwar nicht in derselben, in der ich den in meiner vorigen Mitteilung in diesen Berichten[2]) erwähnten Sproßbecher fand, fiel mir bereits kurz nach der Aussaat eine Pflanze auf, die anstatt der erwarteten zwei Kotyledonen nur ein einziges Keimblatt und ihm gegenüber ein gehörig entwickeltes Seitenstengelchen mit zahlreichen Blättchen zur Ausbildung gebracht hatte. Unsere Abb. 1 gibt von dieser Pflanze eine Vorstellung. Mein erster Gedanke war selbstverständlich, und so dachten zuerst auch alle diejenigen, denen ich die Pflanze zeigte, daß das beblätterte Seitenstengelchen als Achselsproß eines bereits abgefallenen Keimblattes aufgefaßt werden mußte. Allein es zeigte sich, daß keine Narbe eines evtl. abgeworfenen Keimblattes vorhanden war. Im Gegenteil: genau so wie das Hypokotyl an der einen Seite in das Keimblatt überging, so an der anderen in die Achse des eigentümlichen Seitensprosses. Außerdem erlaubte mir das oben noch einmal erwähnte, früher beschriebene Individuum von *Oenothera Lamarckiana* × *O. biennis cruciata*, das unmittelbar nach den Kotyledonen einen Sproßbecher und dann in den Achseln der Keimblätter Achselsprosse hervorgebracht hatte, typische Achselsprosse, wie einer vorliegen sollte, zum Vergleiche heranzuziehen, und konnte ich feststellen, daß von einer Identität nicht die Rede war. Typische junge Achselsprosse von Kotyledonen zeigen nämlich noch keinen Stengel, sondern nur dicht umeinander geschachtelte schmale Blätter, während unser Seitenstengelchen eine deutliche Achse und daran befestigt zwar kleine, aber doch Blätter der normalen Form von Stengelblättern aufzuweisen hatte. Ich glaube mich daher

1) K. GOEBEL, Organographie der Pflanzen, Bd. II, 2. Aufl., S. 1076 u. f., sowie W. KUPPER, Über Knospenbildung an Farnblättern. Flora, Bd. XCVI, 1906.

2) THEO J. STOMPS, Blattbecher, Sproßbecher und Stengelbecher. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. XL, 1922.

berechtigt zu behaupten, daß ich einen Fall beobachtet habe. in dem ein beblätterter Sproß an die Stelle eines Blattorganes trat. Übrigens habe ich noch über einige weitere Beobachtungen zu berichten, die imstande sind, meine Meinung zu unterstützen.



Abb. 1. Anomale Pflanze von *Oenothera Lamarckiana* × *O. biennis cruciata*. Gezeichnet von Herrn K. BOEDYN, Assistent am Amsterdamer botan. Institut

Als ich nämlich die ganze betreffende Kultur, welche 120 Pflanzen umfaßte, genauer durchmusterte, stellte es sich heraus, daß die hier beschriebene Pflanze nicht die einzige anormale war. Noch eine zweite, die ihr in jeder Hinsicht glich, ließ sich finden. und außerdem gab es eine ganze Reihe von Pflanzen, die zwar zwei Kotyledonen hatten. aber davon war einer mehr oder weniger

anormal. Es kamen Keimblätter vor, die, anstatt die normale Spatelform mit abgerundeter Spitze zu haben, an der Spitze ein wenig ausgerandet und somit mehr oder weniger umgekehrt herzförmig waren. Andere waren etwas tiefer eingeschnitten und zeigten nun genau in der Einkerbung ein sehr zartes Blättchen von typischer Laubblattform und Struktur. Wieder andere waren noch tiefer eingeschnitten und trugen gleichfalls in der Gabel ein Laubblatt, aber dies erreichte jetzt bedeutendere Dimensionen.

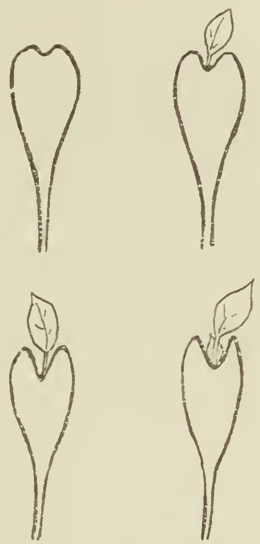


Abb. 2. Sprossende Kotyledonen aus einer anomalen Kultur von *Oenothera Lamarckiana* × *O. biennis cruciata*.

(Man vergleiche hierzu unsere Abb. 2.) In dieser Weise wurde mir klar, wie die hier zuerst beschriebene Anomalie verstanden werden sollte. Offenbar konnte die Gabelung der Keimblattspreite so weit gehen, daß der Keimblattstiel erreicht wurde, und in diesem Falle entwickelte sich in der Gabel nicht ein einziges Laubblatt, sondern ein ganzer Sproß mit zahlreichen Laubblättern. Tatsächlich ließ sich nun feststellen, daß in den beiden Fällen, wo ein beblätterter Sproß an die Stelle eines Keimblattes getreten war, die beiden untersten Blättchen dieser Sprosse etwas von den später erzeugten differierten und Längshälften von Kotyledonen ähnlich sahen. In allen Fällen lag somit nur eine einzige Anomalie vor, und zwar: Gabelung eines Keimblattes und Fortsetzung des Wachs-

tums desselben mittels eines terminalen Sprosses, der sich kräftiger zu entwickeln imstande war, je nachdem der Einschnitt sich mehr dem interkalaren Vegetationspunkte des Keimblattes genähert hatte. Ich habe noch untersucht, inwieweit sich das Wachstum fördern ließ, wenn ein Keimblatt bloß ein zartes Blättchen hervorgebracht hatte. Dazu schnitt ich bei einer Anzahl Pflanzen den ganzen Hauptsproß unmittelbar oberhalb der Kotyledonen weg und später auch die Achselsprosse dieser letzteren. Ich erzielte damit tatsächlich, daß ein zweites Blättchen neben dem zuerst erzeugten zum Vorschein kommen konnte, aber alsbald fingen die Kotyledonen zu welken an und wurde es unmöglich, die Beobachtungen fortzusetzen. Sehr merkwürdig ist, daß sämtliche Blätter aller Achselsprosse, die sich entwickelten, nachdem ich den Hauptsproß entfernt hatte, gleichfalls an der Spitze eingeschnitten und somit ausgerandet spatelförmig waren, etwa wie bei *Amarantus Blitum*. Was das weitere Schicksal der beiden Individuen betrifft, die an die Stelle eines Keimblattes einen beblätterten Sproß hatten treten lassen: eins wurde konserviert und beim anderen war der betreffende Sproß später nicht mehr zu finden. Sehr gespannt darf man nun sein, wie sich in einem folgenden Jahre die Nachkommenschaft unserer anormalen Kultur gestalten wird, und ob die Anomalie sich als erblich erweisen wird.

Für die Auffassung, daß Blatt und Stengel Bildungen gleichen Ursprunges sind, hat die hier beschriebene Beobachtung gewiß Bedeutung. Irgendein Zusammenhang mit den Erscheinungen, welche uns *Begonia*, *Bryophyllum calycinum*, *Malaxis paludosa* usw. darbieten, existiert meiner Meinung nach nicht. Letztere lehren uns bloß, daß es verschiedene Pflanzenarten gibt, die durch Blattzellen gekennzeichnet sind, welche sehr leicht dazu kommen, sämtliche Merkmale der Art zu entfalten und zu neuen Pflanzen heranzuwachsen. Offenbar deutet unsere Anomalie aber auf eine Gleichwertigkeit von Blatt und Stengel hin. Die Sache ist hier nicht so, daß eine apikale Keimblattzelle sich benimmt wie z. B. eine Blattrandzelle von *Bryophyllum*. Es ist die Rede von einem besonderen Wachstum eines Keimblattes, das die Neigung hat, regelrecht in einen beblätterten Stengel überzugehen. Ein Kotyledo wiederholt sozusagen genau dasselbe Gabelstadium, das der Embryo zuvor schon einmal durchmachte. Unverständlich bliebe, sollte bloß von Adventivknospenbildung an Keimblättern die Rede sein, warum die Knospen nur auftreten würden, nachdem zuvor die Keimblätter sich gabelten, und dazu gerade in der Gabel. Wichtig ist zudem, daß die in diesem Aufsatze gemeinten

Keimblattsprosse sich, nach den Ausführungen von DE VRIES zu urteilen, unter Umständen sogar bis zu blühenden Stengeln entwickeln können, was noch auf der Mutterpflanze befindliche Adventivsprosse von *Bryophyllum* usw. bekanntlich nicht zu tun pflegen. Bringen sie es so weit, so ist natürlich besonders schön die Rede von einer Umwandlung des Blattstieles zum Stengel, wie diese früher z. B. von H. WINKLER erzielt wurde[1]). Ich muß nun allerdings zugestehen, daß man, wenn man unter Adventivknospen alle jene Knospen versteht, die nicht aus Blattwinkeln hervorgehen, auch in dem uns hier interessierenden Falle nur von Adventivknospenbildung sprechen kann. Mit GOEBEL[2]) bin ich aber der Meinung, daß dem Begriffe „adventiv" gegenüber eine gewisse Zurückhaltung am Platze ist, und mir wäre es z. B. unmöglich, von der Bildung einer Adventivknospe zu reden, wenn eine Blattscheitelzelle regelrecht in eine Sproßscheitelzelle übergeht, wie bei den oben genannten Farnen. Um noch einem Einwande vorzubeugen, den man vielleicht erheben könnte, so möchte ich noch darauf hinweisen, daß es sich bei unseren anormalen *Oenothera*-Pflanzen nicht etwa um auf die Kotyledonen verschobene achselständige Knospen handelte. Dies geht zur Genüge daraus hervor, daß sich aus den Achseln beider Kotyledonen zu gleicher Zeit ganz identische Achselsprosse entwickelten, wenn Keimlinge mit einem sprossenden Keimblatt dekapitiert wurden. Natürlich, faktisch habe ich nur etwas über die Umwandlung des Keimblattes zum Stengel mitgeteilt, aber schließlich sind doch Blätter und Keimblätter dieselben Organe. Ich glaube kaum, daß eine Beobachtung, wie sie hier beschrieben wurde, jemals an einer anderen höheren Pflanze gemacht worden ist, wenn wir von dem zweifelhaften Falle der *Allium*-„Blätter", deren Spitze in eine kleine Zwiebel überging, absehen. Am ehesten könnte man noch denken an eine Mitteilung HILDEBRANDs[3]) in diesen Berichten, nach der aus dem Stiele eines Cyclamen-Keimblattes, dessen Spreite entfernt worden war, vier kleine Blätter der typischen Laubblattform zum Vorschein traten. Aber auch hier war vermutlich nur eine Bildung, an willkürlichen Stellen, von neuen Knospen, die vor-

1) H. WINKLER, Über die Umwandlung des Blattstieles zum Stengel. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 45, 1907/08.

2) K. GOEBEL, Über Regeneration im Pflanzenreiche. Biol. Zentralbl., Bd. 22, 1902.

3) F. HILDEBRAND, Über eine eigentümliche Ersatzbildung an einem Keimling von *Cyclamen Miliarakisii* und einem anderen von *Cyclamen creticum*. Ber. d. D. Bot. Ges Bd. XXIV, 1906.

läufig nur ein einziges Blatt entfalteten, im Spiele, wie besonders noch aus einem Versuch GOEBELs[1]) hervorgehen dürfte, der an Keimpflanzen von *Cyclamen persicum* den oberen Teil des knöllchenförmig angeschwollenen Hypokotyls mit der Sproßknospe entfernte und nun beobachtete, wie mehrere Blätter, offenbar Erstlingsblätter ebenso vieler Knospen, vom Hypokotyl an seiner Peripherie erzeugt wurden.

Die vorliegende Mitteilung dürfte vielleicht geeignet sein, die Auffassung, daß die Gefäßpflanzen mit Überschlagung der Moose direkt von Algen aus der *Fucus*-Verwandtschaft mit gabelig geteiltem Thallus abzuleiten sind und der monopodial verzweigte Stengel der höheren Pflanzen durch Uebergipfelung von Schwestergabelzweigen aus dem dichotomen Algenthallus hervorging[2]), etwas mehr in den Vordergrund des Interesses treten zu lassen. Gar zu häufig sind die Erscheinungen bei den höheren Pflanzen, ich denke an die Schizokotylie, an Fasciation und Dichotomie des Stengels, zweigipfelige Blätter, überzählige Blüten usw., die darauf hinweisen, daß sie Vorfahren mit dichotomer Verzweigung gehabt haben müssen. Dazu kommt jetzt die Entdeckung SAUVAGEAUs, daß es Phaeophyceen gibt, die einen Generationswechsel haben, wie man ihn ähnlich bei den Gefäßkryptogamen findet. Eben das Studium des Generationswechsels ist es, das uns fast zwingt, eine Ableitung der Gefäßpflanzen von den Braunalgen anzunehmen. Es ist nicht gut einzusehen, wieso eine diploide Zygote oder Oospore einer Grünalge dazu kommen konnte, zu einem mehrzelligen diploiden Körper auszuwachsen, ehe die Reduktionsteilung eintrat. Wenden wir uns dagegen den Phaeophyceen zu, so erscheint uns der Ursprung des Generationswechsels fast selbstverständlich. Hier begegnen wir zu allererst haploiden Formen, bei denen die Sporen und Geschlechtszellen von denselben Individuen erzeugt werden und die diploide Phase sich auf die Zygote beschränkt. Daraus sind offenbar, einer bekannten Erscheinung zufolge, nämlich, daß ursprünglich zusammen anwesende Eigenschaften gerne über verschiedene Individuen verteilt werden, solche Formen hervorgegangen, welche die Sporen und Geschlechtszellen auf verschiedenen, immer jedoch haploiden Individuen hervorbringen. Jetzt konnte eine Verspätung der Reduktionsteilung

1) K. GOEBEL, Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. Leipzig und Berlin 1908, S. 204 und 205.

2) Vgl. hierzu namentlich H. POTONIÉ, Grundlinien der Pflanzen-Morphologie im Lichte der Palaeontologie. Jena, GUSTAV FISCHER, 1912.

sich geltend machen, wodurch der bekannte Zustand der *Dictyota* u. a. Braunalgen ins Leben gerufen wurde, in dem wir gewiß die primitivste Form des typischen Generationswechsels zu sehen haben. Zuletzt führte eine immer fortschreitende Verkleinerung der Haplophase zu dem Zustand der Laminarien, der Gefäßpflanzen, der Fucaceen. Bemerken wir hierzu noch, daß die neueren Untersuchungen über die Farbstoffe der Chromatophoren eine Abstammung der Gefäßpflanzen von den Braunalgen sehr gut möglich erscheinen lassen, wie übrigens auch die anatomischen Merkmale der Phaeophyceen, von denen ich besonders das gelegentliche Vorkommen von drei oder vier Scheitelzellen einmal hervorheben möchte, da man vermutlich hier anknüpfen muß, wenn man tiefer in die Erscheinungen der Sektorialvariation einzudringen wünscht. Kurz, alles spricht dafür, daß die erst sehr spät in der Erdgeschichte entstandenen Moose sozusagen die Podostemaceen unter den Gefäßkryptogamen darstellen. Eine Ableitung der Gefäßpflanzen aber von Algen mit dichotomer Verzweigung würde uns sofort Erscheinungen, wie sie in dieser Mitteilung besprochen wurden, und im besonderen die Möglichkeit einer Umwandlung des Blattes zum Stengel, begreiflich erscheinen lassen.

Amsterdam, Botanisches Institut, im Juli 1922.

2. M. Möbius: Über die Färbung der Antheren und des Pollens.

(Eingegangen am 1. September 1922. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Im Verlauf meiner Farbenstudien habe ich auch die Färbung der Staubgefäße untersucht. Man ist geneigt, anzunehmen, daß die Antheren und Pollenkörner gewöhnlich gelb aussehen, und könnte daraus schließen, daß der gelben Farbe auch eine biologische Bedeutung zukomme, daß sie vielleicht gewisse, dem Plasma schädliche Lichtstrahlen abhalte. Man wird dabei besonders an die ultravioletten Strahlen denken, die ja auch mit dem ganzen blauen Ende des Spektrums von den gelben Farbstoffen absorbiert werden (s. HANSEN in Verh. d. phys.-med. Ges. Würzburg, 1884, Bd. 18, Taf. II). Dieses Schutzmittel wäre dann schon von den Vorfahren der Angiospermen erworben worden, denn wir finden bereits die Mikrosporen von *Selaginella* gelb gefärbt, wir finden gelbe Antheren bei vielen Coniferen und Gnetaceen. Da aber auch die Anthokyane das blaue Ende des Spektrums und damit die ultravioletten Strahlen absorbieren (s. HANSEN, l. c. Taf. III), so konnten auch diese Farbstoffe von den Pflanzen zum Schutze des Pollens verwendet werden. Freilich bleibt es dann unerklärt, warum manche Pflanzen dieses Schutzmittels nicht bedürfen, z. B. die Kornblume, bei der die Griffel die weißen Pollenmassen herausfegen und auf ihrer Spitze längere Zeit dem Licht aussetzen.

Um aber beurteilen zu können, ob diese Erklärung das Richtige trifft, müssen wir zunächst eine Vorstellung davon bekommen, wie Antheren und Pollen gefärbt sind. Ich bezeichne im folgenden Anthere mit A. und Pollen mit P. Zwar habe ich nur etwa 120 verschiedene Pflanzenarten untersucht, aber schon diese verhältnismäßig geringe Zahl genügt, um zu zeigen, daß alle Farben, die wir an den Blütenblättern finden, auch bei A. und P. vorkommen, ja daß sogar die Mittel, mit denen diese gefärbt sind, noch mannigfaltiger sind, als bei jenen.

Die Farbe der A. zeigt alle Stufen vom reinen Weiß zu Gelb, Braun, Rot, Blau, Violett bis Schwarz, nur reines Grün habe ich nicht angetroffen, höchstens Grüngelb *(Secale cereale)* oder Olivengrün ins Schwärzliche spielend *(Crambe grandiflora)*. Dabei ist im allgemeinen die Farbe der noch vollen A. nach der Öffnung der

Blüte gemeint, denn in der Knospe und nach dem Ausstäuben ist die Farbe oft anders als in dem erwähnten Zustand. Es kann die A. gefärbt werden sowohl durch die Epidermis als auch durch die Faserschicht, durch die Reste des Tapetums wie auch durch den P. Ferner ist die A. nicht immer gleichmäßig gefärbt, z. B. ist bei *Zantedeschia aethiopica* nur die breite Aussenseite der A. gelb (Anthoxanthin in der Epidermis), das Übrige farblos, oder es sind nur die Fortsätze des A. gefärbt (*Viola tricolor, Centaurea atropurpurea*), oder das Konnektiv ist anders gefärbt als die Staubbeutel (*Magnolia Lenneana* hort., *Philadelphus coronarius*).

Von den erwähnten 120 Arten war etwa bei der Hälfte A. und P. gelb. Wenn die A. gelb aussieht, so kann dies auf verschiedene Weise bewirkt sein:

1. durch Anthoxanthin in der Epidermis (*Tradescantia virginica*)
2. durch Anthochlor „ „ „ (*Verbascum nigrum*)
3. durch Anthoxanthin in Epidermis und Faserschicht (*Pulsatilla Halleri*)
4. durch Anthoxanthin in Epidermis und mehreren darunter liegenden Schichten (*Solanum tuberosum*)
5. durch Anthoxanthin in Epidermis und gelben P. (*Caltha pal.* u. viele and.)
6. wie 5., aber auch die Faserschicht gelb (*Iberis sempervirens*)
7. durch gelbes Öl im Tapetum (*Philadelphus coronarius*)
8. wie 7., dazu Anthoxanthin in der Epidermis und gelben P. (*Galanthus nivalis*)
9. nur durch gelben P. (*Syringa vulgaris* u. a.)
10. durch gelbgefärbte Membran der Epidermis und gelben P. (*Pinus* spec.).

Beispiele für gelbe A. mit farblosem, also weiß erscheinendem P. geben: *Solanum tuberosum, Anemone nemorosa, Pulsatilla Halleri, Citrus decumana, Tropaeolum majus* u. a.

Die braune Farbe der A., die in sehr verschiedenen Nuancen auftritt, kann ebenfalls auf ganz verschiedene Weise zustande kommen. Beispiele dafür sind: *Aloe echinata* mit braunroten A.: Epidermis farblos, Faserzellen mit roten Körnchen, P. gelb. — *Rhododendron hybr.* mit dunkelbraunen A.: Wände der Epidermis braun, das Übrige farblos. — *Vicia Faba* mit dunkelbraunen A.: P. braun, in den Zellen der A.-Wandung grünlich-bräunliche Körnchen. — *Delphinium Weberi* und *Aconitum Napellus* mit bräunlichen A.: Epidermis mit Anthokyan, Faserzellen mit Chlorophyll. — *Reseda odorata* mit rotbraunen A.: Epidermis farblos, Faserzellen mit Anthoxanthin, innere Wandzellen mit roten Öltropfen, die

sich auch zwischen den farblosen P. finden. — *Aesculus Hippocastanum* mit braunroten A.: Epidermis und Faserzellen farblos, Tapetum-Zellen gefüllt mit orangefarbenen Körnchen, P. mit rötlicher Exine. — Der P. ist also auch hier teils gefärbt, teils farblos.

Wenn die A. rötlich oder rot aussehen, so beruht dies auf dem Gehalt der Epidermis an Anthokyan, während die Faserzellen meistens farblos sind; nur bei *Callistemon coccineus* fand ich die letzteren gefärbt. Beispiele für die Rotfärbung durch die Epidermis sind: *Acer Negundo, Allium atropurpureum, Astrantia major, Pirus communis, Populus nigra, Saxifraga crassifolia, Valeriana officinalis* mit farblosem oder hellgelbem P., *Hemerocallis fulva* und *Rudbeckia amplexicaulis* mit deutlich gelbgefärbtem P. Auch bei *Callistemon* ist der P. gelb.

Wie zu erwarten, ist es ganz ähnlich bei blauer und violetter Färbung der A. Durch Anthokyan in der Epidermis sind die A. hellblau bis lila oder deutlich blau bei: *Coleus Rehnelti, Geranium pratense* und *sanguineum, Scilla sibirica.* Bei diesen sind die Faserzellen farblos, der P. ebenfalls oder gelb (*Geranium pratense*). Bei *Lychnis viscaria* und *Goethea Mackoyana* sind die Faserzellen auch farblos, aber der P. bläulich gefärbt neben der gefärbten Epidermis. Dunkelviolette A., nur durch Anthokyan in der Epidermis, haben: *Funkia ovata, Muscari botryoides, Sanguisorba officinalis* mit gelbem P., *Agrostis vulgaris, Borrago officinalis, Centaurea jacea* mit farblosem P. Bei *Papaver bracteatum* wird die dunkle Färbung noch verstärkt durch den violetten P. und bei *Cerinthe major* mit fast schwarzen A. (wie *Borrago off.*) durch Anthoxanthin in den Faserzellen.

Schließlich kommen auch ganz farblose A. vor, die äußerlich weiß erscheinen: *Iris variegata, Peristrophe salicifolia, Ribes alpinum* und *aureum, Saxifraga sarmentosa, Symphytum asperrimum, Yucca filamentosa;* daß bei einigen an einer farblosen A. ein gefärbtes Anhängsel vorhanden ist, wurde bereits oben erwähnt. (*Centaurea atropurpurea, Magnolia Lenneana, Viola tricolor.*)

Was nun den P. betrifft, so fand ich ihn bei etwa der Hälfte der untersuchten Pflanzen gelb, bei etwa 6 pCt. bräunlich, rötlich oder bläulich und bei den übrigen farblos. An welchen Teil des Pollenkorns die Farbe gebunden ist, läßt sich im Mikroskop nicht immer so leicht erkennen.

Am häufigsten also scheint der P. gelb gefärbt zu sein, und zwar fand ich diese Färbung in etwa 80 pCt. der untersuchten Fälle durch die der Exine hervorgerufen und nur in etwa 20 pCt. durch gelbes Öl, das von den Tapetenzellen produziert wird und

den Pollenkörnern anhaftet[1]). KERNER dagegen fand unter 520 Arten bei nahezu 400 fettes Öl die äußere Schale überziehen (Pflanzenleben, 1. Aufl., 2. Bd., S. 100). Im letzteren Fall sieht man im Mikroskop zuweilen zwei Pollenkörner durch eine kleine Schicht dieses gelben Öls verbunden. Das Öl ist also meistens gelb und die Exine auch meistens gelb; bräunlich ist sie bei *Aesculus Hippocastanum* und *Pelargonium zonale*, lila durch Anthoxanthin gefärbt bei *Goethea Mackoyana*. Selten sind im Innern des P. Farbstoffe vorhanden, nämlich Anthoxanthin bei *Caltha palustris*, Anthokyan bei *Papaver bracteatum* und der roten Tulpe, Anthophaein bei *Vicia Faba*.

Daß die Farbe des P. ursprünglich an die Membran gebunden war, geht schon daraus hervor, daß es so auch bei den Mikrosporen von *Selaginella* und dem P. der Coniferen (*Cedrus*, *Pinus*) gefunden wird. Es ist ja auch zu erwarten, daß bei den Anemophilen der P. trocken ist; erst mit dem Auftreten der Entomophilie wird das Öl verwendet, um den P. klebrig zu machen und zu färben. Ebenfalls erst später ist in einigen Fällen der Farbstoff im Innern des P. ausgebildet worden.

Es liegt nun noch nahe, eine Vergleichung zwischen den A. und P. einerseits und den Blumenblättern andererseits bezüglich der Farbe anzustellen[2]). Dabei ergibt sich, daß vielleicht ebenso oft eine Übereinstimmung wie ein Kontrast zu verzeichnen ist. Vom biologischen Standpunkt aus könnte man also sagen, daß die A. teils die Wirkung der Blumenfarbe verstärken, teils den Effekt des Schauapparats durch Kontrastwirkung steigern. Beispiele dafür, daß Blüten mit gelben Kronblättern auch gelbe A. und gelbe P. haben, könnten viele angeführt werden (*Ranunculus*, *Cucurbita* u. a.). Gelbe Blumen mit anders gefärbten A. aber haben nur wenige Pflanzen (z. B. *Aconitum Lycoctonum*, *Cerinthe major*, *Ribes aureum* u. a). Dagegen ist es nicht selten, daß gelbe A. und gelber P. bei anders gefärbten Blüten vorkommen, und zwar sowohl bei Blumen, deren Krone ebenfalls Anthoxanthin enthält, wie *Clivia nobilis*, als auch bei solchen, deren Krone nur durch Anthokyan gefärbt ist, wie *Aubrietia deltoides*. A. mit Anthokyan in der Epidermis wurden nur in solchen Blüten gefunden, die auch Anthokyan in der Krone enthielten und nicht gelb aussahen; dabei ist

1) G. BERTRAND et G. POIRAULT, Sur la matière colorante du pollen. (Comptes rendues d. séanc. de l'acad. d. sc. d. Paris, 1892. T. 115. p. 828–830.)

2) T. TAMMES hat bei *Linum usitatissimum* die Erbfaktoren für die Farbe der Blütenblätter und A. bestimmt. (Vgl. Journ. of Genetics 1922. 12. S. 19–46.)

der P. gewöhnlich farblos, selten gelb, manchmal auch wie die A. gefärbt. Farblose A. finden sich selten bei gelben Blüten (*Ribes aureum*), häufiger bei roten und blauen (*Campanula rapunculoides* und *rotundifolia, Fuchsia* spec., *Saxifraga crassifolia*).

Man erhält aus allem dem den Eindruck, daß die Blüten teils mehr zur Bildung gelber Farbstoffe, teils mehr zur Bildung von roten und blauen neigen, und daß sich dies sowohl in den Kronblättern wie in den Staubblättern zeigt. Eine Reihe interessanter Einzelheiten von der Färbung der A. und P. muß ich mir aus Mangel an Raum auf eine spätere Mitteilung versparen.

3. Karl Suessenguth: Über die Pseudogamie bei Zygopetalum Mackayi Hook.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 15. September 1922. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

C. Ch. HURST gab seinerzeit eine Zusammenstellung von Gattungs- und Artkreuzungen innerhalb der Familie der Orchideen, die ausgesprochen metrokline F_1-Generationen lieferten. (Lit. Verz. 2, 3, 4.) Bestäubt wurde *Zygopetalum Mackayi* Hook. ♀ mit Pollinien von *Odontoglossum crispum, nobile, grande, Pescatorei, bictonense, Lycaste Skinneri, Oncidium unguiculatum, tigrinum, Laelia anceps, Calanthe vestita, Vanda caerulea;* ferner *Epidendrum O'Brienianum* ♀ mit *Dendrobium cristallinum; Phragmipedilum longifolium* ♀ und *Sedenii* ♀ mit *Paphiopedilum Stonii*. Bei einigen Kreuzungen gelangten nur wenige Exemplare der F_1-Generation zur Beobachtung, bei anderen aber sehr viele, bis weit über 300. Ein Teil der Versuche war von Handelsgärtnern angestellt, doch erschien HURST die Möglichkeit der Bestäubung mit Pollinien der eigenen Art unter den gegebenen Umständen ausgeschlossen, eine Ansicht, der jedenfalls beizupflichten ist. An Selbstbefruchtung ist speziell bei *Zygopetalum* nach DARWIN (1862, p. 150) und nach eigenen Versuchen ebenfalls nicht zu denken. — MC WILLIAM bestäubte ferner eine aus der „Kreuzung“ *Zygopetalum Mackayi* ♀ × *Laelia anceps* ♂ hervorgegangene Pflanze mit Pollen von *Laelia anceps alba* und das Resultat war wiederum ein reines *Zygopetalum*. Es konnte in diesem Fall also weder von einer Dominanz der mütterlichen

Merkmale in der F_1, noch von einem Aufspalten nach der Rückkreuzung die Rede sein.

Schon ROLFE 1890 und HURST äußerten die Vermutung, es handle sich hier um eine durch die Bestäubung veranlaßte „Parthenogenesis" oder Bildung von Adventivembryonen, und WINKLER erwog die zugrunde liegenden Möglichkeiten. Die zytologische Klärung der vorhandenen Metroklinie stand indes bis jetzt noch aus.

Die eigene Untersuchung beschränkte sich der Hauptsache nach auf die Kreuzung *Zygopetalum Mackayi* × *Odontoglossum crispum*. Aus sämtlichen Blüten wurden zuvor die eigenen Pollinien entfernt.

Bis in den Samenanlagen wenigzellige Embryonen nachzuweisen waren, verstrichen 5—5½ Monate. Die Blütendauer (Lebenszeit des gefärbten Perigons) wird, worauf schon FITTING hingewiesen hatte, durch die Bestäubung auffallend verlängert. In Übereinstimmung mit früheren Befunden ergab sich, daß unbestäubte Blüten bald abfallen und zu keiner Samenentwicklung, auch zu keiner Vergrößerung des Fruchtknotens befähigt sind. Die Pollinien keimten hier, wie bei der Kreuzung *Zyg. Mack.* × *Calanthe vestita* var. *Regnieri* Veitch und *Zygopet.* × *Zygopet.*, kräftig aus, und die Pollenschläuche wuchsen in großer Zahl durch den mit vielen Haaren ausgekleideten Griffelkanal nach unten. Genauer untersucht wurde das Verhalten der Pollinien von *Odontoglossum crispum*, bei denen sich zeigte, daß keine gleichmäßige Auskeimung erfolgt. Die peripherischen Pollenkörner, die mit dicken, gelben Randmembranen versehen sind, bilden nämlich überhaupt keine Pollenschläuche, erst die darunter befindlichen Körner, diese aber ausnahmslos. Sie erscheinen infolgedessen leer. In der Mitte des Polliniums finden sich dagegen bedeutend kleinere Körnerschichten, die wiederum keine Schläuche getrieben haben, so daß sich also von innen nach außen drei Lagen unterscheiden lassen (Schema Fig. 2). Die Pollenschläuche der Mittellage brechen zwischen den nichtkeimenden Körnern der Randzone nach außen durch. In allen nichtkeimenden Körnern findet man neben dem vegetativen den generativen Kern. (Die Größenunterschiede der Pollenkörner in den Pollinien anderer Oncidiinae lassen die Vermutung zu, daß dort beim Auskeimen sich ähnliche Differenzen ergeben. Auch bei *Miltonia vexillaris* nämlich, *Odontoglossum pulchellum*, *Gomeza planifolia* und *Ada aurantiaca* liegen die größten Pollenkörner jeweils an der Peripherie des Polliniums und besitzen auf der nach außen gewendeten Seite die stärksten Membranen. Die Zonen der kleinsten Körner, die überdies ± zerdrückt werden, liegen dem Innenbogen der auf dem Querschnitt U-förmigen Pollinien genähert. Die

Reduktionsteilung verläuft übrigens in allen Zellen vorher gleichmäßig und normal.)

Während die Pollenschläuche von *Odontoglossum crispum*, *Calanthe vestita* var. *Regnieri* und *Gymnadenia conopea* die gewöhnlichen drei Kerne aufweisen, besitzen die von *Spathoglottis plicata*, einer autogamen Art, mitunter 4—5. In einem Falle wurden sogar 8 Kerne gezählt, so daß also ein relativ sehr entwickelter Gametophyt vorlag (Fig. 1, vergr. 450 ×). Die gewöhnlichen generativen Kerne sind bei *Spathoglottis* wie bei *Calanthe* kugelig, die vegetativen elliptisch, etwas größer und an den Enden meist etwas zugespitzt. Der vegetative Kern liegt, wenn 3 Kerne vorhanden sind, meist etwa 105 μ hinter der Spitze des Schlauches, die beiden generativen folgen in einem Abstand von 35 bzw. ca. 20 μ. Der plasmatische Inhalt wird in Richtung auf das Pollenkorn stets durch deutliche Kallosepfropfen abgeschlossen. In dem einen Fall, in dem 8 Kerne gezählt wurden, gingen, der Form nach zu schließen, 4 aus der Teilung des ursprünglichen Pollenschlauchkerns hervor. Die übrigen 4, die paarweise genähert lagen, waren kugelig und ähnelten den normalen generativen Kernen. Bei 4- und 5kernigen Schläuchen sind es anscheinend nur die generativen Kerne, die sich nochmals teilen und auch hier paarweise beisammenliegen. Welcher Kern mit dem Eikern verschmilzt, bleibt zweifelhaft. Die Vielkernigkeit geht hier sicher nur auf die vorliegendenfalls „unzweckmäßige“ primitive Tendenz zurück, viele männliche Kerne zu bilden, wiewohl nur einer davon in Funktion treten kann.

Im Fruchtknoten von *Zygopetalum* wachsen die Schläuche an den Wänden, besonders den Plazentarwinkeln entlang, nach einiger Zeit bilden sie dort knäuelartige Massen, dringen aber nur wenig zwischen die Samenanlagen und nie bis zu den Mikropylen vor. Eine Befruchtung des Eikerns kann daher nicht in Frage kommen, auch wurden nie aus dem Pollenschlauch stammende Kerne innerhalb des Embryosackes wahrgenommen. Ob bei Bestäubung von *Zygopetalum* mit Pollinien der gleichen Art eine echte Befruchtung zustande kommt, konnte nicht festgestellt werden, weil die Früchte bei dieser Bestäubungsart vorzeitig abfielen. Für die Frage der Metroklinie ist dieser Punkt jedoch auch von geringerem Belang.

Die Samenanlagen entwickelten sich normal: äußeres und inneres Integument zuerst je zweischichtig, Nuzellus über dem Archespor einschichtig. HOFMEISTER hatte wohl unrecht, als er bei seinen Orchideen-Samenanlagen den Embryosack ohne Nuzellushaube frei nach außen grenzend zeichnete. Allerdings werden die

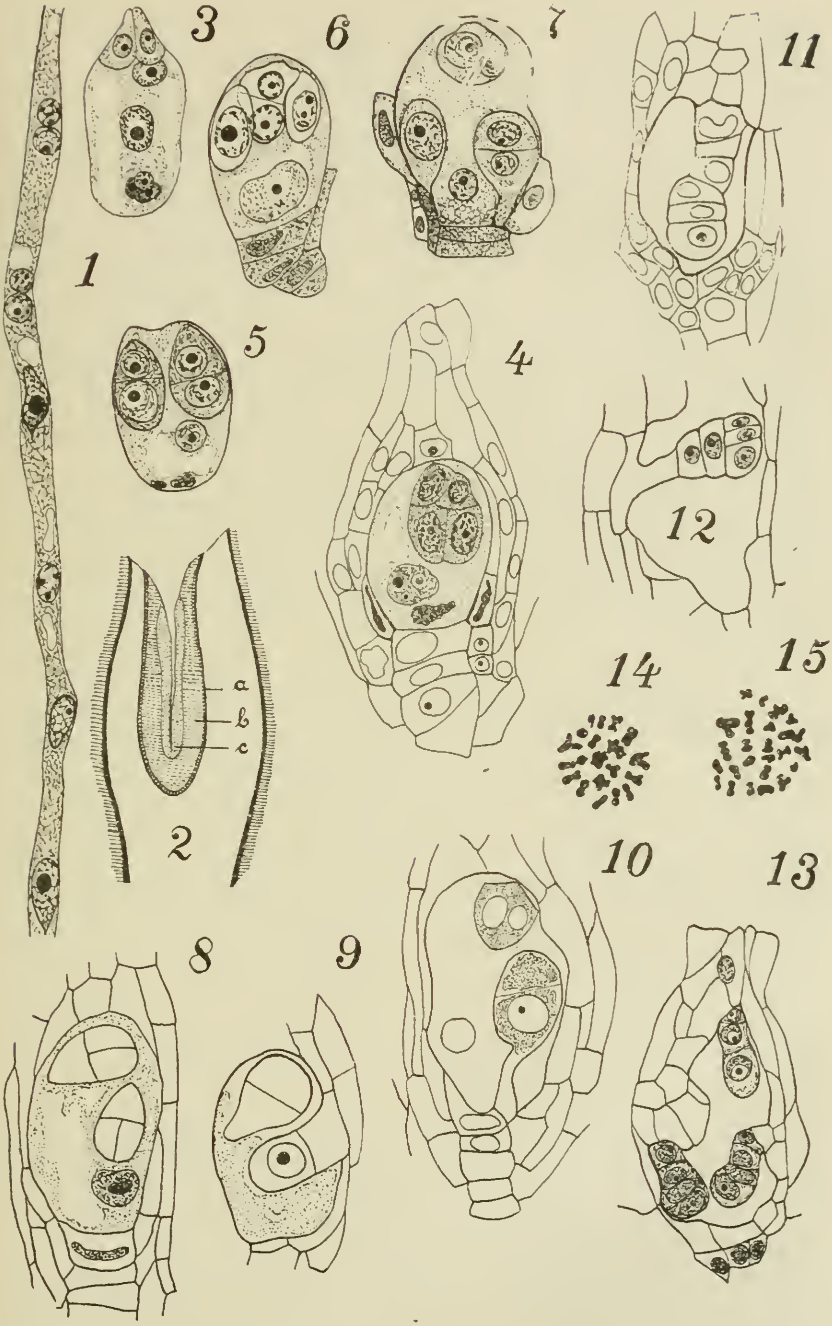


Abb. 1. Erklärung im Text.

oberen Teile des Nuzellargewebes bald zerdrückt und unkenntlich, nur an der Chalaza bleiben meist einige Zellen davon erhalten (Fig. 4, vergr. 470 ×). Das Archespor liegt wie gewöhnlich am Ende einer chalazalen Zellreihe. Von den entstehenden vier Megasporen gehen die drei oberen, der Mikropyle genäherten zugrunde, sie sind noch eine Zeitlang als dunkelgefärbte Kappen zu erkennen. Die Embryosackentwicklung wurde vollständig erhalten: 1-Spindelstadium, 2 Kernstadium, 2-Spindelstadium (die obere Spindel in die Längsachse des Ovulums eingestellt, die untere quer dazu), 4-Kernstadium, 4-Spindelstadium, 8-Kernstadium. Der fertige Embryosack ist normal gebaut, mit relativ großen Synergiden und ebensolchem sekundären Embryosackkern versehen (Fig. 3, vergr. 470 ×). Während die Samenanlagen an den Außenteilen der Plazenten bereits fertige Embryosäcke enthalten, findet sich in denen der Plazenta-Ansätze erst das Megasporenstadium. Die Antipoden degenerieren frühzeitig (in Fig. 5 noch Reste derselben), dann vielfach auch die Synergiden, so daß Eikern und Embryosackkern übrigbleiben. In diesem Stadium beginnen äußeres Integument und Chalaza stark zu wachsen, die innere Partie der Samenanlage bleibt zunächst noch klein.

Die Bestäubung von *Zygopetalum* mit Pollinien von *Odontoglossum crispum*, *Lycaste Skinneri* und *Coelogyne cristata* liefert neben reifen Samen mit einem Embryo stets auch einen ziemlichen Prozentsatz solcher, die zwei, im erstgenannten Fall auch drei Embryonen besitzen. Nur ein wohlentwickelter Embryo fand sich mit Regelmäßigkeit in Samen der Gattungskreuzungen *Zygopetalum Mackayi* × *Odontoglossum triumphans*, *Phajus Marthae* × *Chysis bractescens* und *Brassia verrucosa* × *Oncidium leucochilum* (ebenso bei der Artkreuzung *Phajus Marthae* × *Ph. Wallichii*). Es sei anmerkend hinzugefügt, daß auch in Samen von *Orchis latifolia*, *Cypripedium Calceolus* und *Gymnadenia conopea* gelegentlich zwei Embryonen vorkommen (nach STRASBURGER: Über Polyembryonie. Jenaische Ztschr. f. Naturwiss. **12**, 1878).

Bei dem Auftreten von zwei oder drei Embryonen im reifen Samen von *Zygopetalum*, das mit *Odontoglossum crispum* bestäubt wurde, ist von vornherein klar, daß einer bzw. zwei davon apogam oder apospor entstanden sein müssen. Die Befruchtung einer Synergide sowie des Eikerns kommt für den vorliegenden Fall ebenfalls nicht in Betracht, weil der Pollenschlauch den Embryosack gar nicht erreicht. Das Studium der Entwicklungsgeschichte gab folgende Aufschlüsse: Ist ein einziger Embryo vorhanden, so liegt dieser stets — es wurden die verschiedensten Stadien er-

halten — intrasakkal am mikropylären Ende des Embryosackes (Fig. 4 und 11, vergr. 470 bzw. 400 ×). Ein Suspensor entwickelt sich wohl, aber keine seitlichen Suspensorschläuche, wie sie etwa TREUB (5) für *Stanhopea oculata* abbildet.

Sind zwei junge Embryonen vorhanden, so läßt sich des öfteren beobachten, daß der zweite aus dem den Embryosack umgebenden Gewebe kommt, entweder seitlich aus dem inneren Integument (Nuzellusgewebe ist hier nicht mehr vorhanden) — Fig. 9. 12, vergr. 470 × — oder von unten aus dem chalazalen Nuzellusrest (Fig. 10). Die Embryonen bleiben allein fernerhin plasmareich und saugen anscheinend die übrigen Gewebe aus. — In anderen Fällen liegen beide oder alle drei Embryonen nebeneinander im mikropylären Teil des Embryosackes (Fig. 5, 6, vergr. 470 ×), oder sie gehen beide von einer Seitenwand aus. der eine wächst aber senkrecht gegen die Mikropyle, der andere gegen die Chalaza zu, so daß sie um 180° divergieren. Jedenfalls entstehen die Embryonen nie extrasakkal wie etwa bei dem aposporen *Hieracium flagellare.* In älteren Samenanlagen zeigt der Mikrotomschnitt zwar häufig durch parenchymatisches Gewebe scheinbar scharf getrennte Embryonen, doch rührt dies nur davon her, daß letztere in seitlichen „Ampullen" des Embryosackes liegen. dessen eigentliches, die Ampullen verbindendes Lumen erst die benachbarten Serienschnitte erkennen lassen.

Sind drei Embryonen vorhanden, so hat meist einer von ihnen normale Lage, die beiden anderen kommen aus der Seitenwand (Fig. 13, vergr. 133 ×) oder von unten herauf. Letzterenfalls sind ihre Scheitelpunkte gegen die Mikropyle gerichtet (Fig. 7. vergr. 470 ×) — Der Bau der Embryonen ist im wesentlichen derselbe, wie ihn TREUB (5) für zahlreiche andere Fälle abgebildet hat.

Die überzähligen Embryonen können also aus dem basalen Nuzellusrest oder, ähnlich wie bei *Allium odorum*, aus dem inneren Integument hervorgehen. Eine Entstehung aus den Antipoden ist wohl ausgeschlossen, weil diese stets frühzeitig schwinden. Dagegen entwickeln sich offenbar in bestimmten Fällen eine oder beide Synergiden weiter, wenn nämlich später im mikropylären Teil des Embryosackes zwei oder drei freie Embryonen zu beobachten sind, die nicht mit dem Integument in Verbindung stehen (Fig. 6, 8, vergr. 470 ×). Der lange sich erhaltende Embryosackkern kommt nicht in Betracht für die Weiterentwicklung, dagegen entsteht der normale, mikropyläre und freiliegende Embryo — ob er nun allein vorhanden ist oder nicht — sicher

meist aus der Eizelle, weil diese vielfach noch nach dem Verschwinden der Synergiden zu erkennen ist. Ob beide (alle drei) Embryonen auskeimen oder nur ein einziger, wie dies sonst der Fall zu sein pflegt, wurde nicht ermittelt.

Wenn demnach der zweite oder der zweite und dritte Embryo apogam entsteht und auch der erste aus einer unbefruchteten Eizelle hervorgeht, ist die Frage von besonderem Interesse, wie es mit der Reduktionsteilung steht. Die Kernplatte der heterotypischen Teilung bei der Pollenentwicklung von *Zygopetalum* zeigt 16 äußere und ca. 8 weniger scharf getrennte innere Chromosomen, so daß die Haploidzahl sich auf etwa 24 belaufen müßte (Fig. 14). Ebenso ließen sich in Kernplatten des 4-Spindelstadiums im Embryosack ca. 24, allerdings verschieden große chromatische Einheiten (Fig. 15), in der des 2-Spindelstadiums mindestens 24 unterscheiden.

Zahlreiche andere Teilungsbilder der verschiedensten Stadien waren weniger klar (Diakinese, heterotypische Teilung, 1- und 2-Spindelstadium des Embryosackes mit annähernd 16—20 freien Einheiten). Die Zahl der Chromatinelemente in ruhenden Megasporen etc. überstieg jedenfalls 30 und dasselbe Resultat ergab sich schätzungsweise für die Metaphasen der somatischen Zellen in Wurzelspitzen. In Anbetracht der weitgehenden „Verklebung" der Chromosomen kann aber von einer genauen Zählung nicht die Rede sein. Es muß bei dem vorliegenden, zytologisch an sich sehr ungünstigen Objekt daher der Hinweis genügen, daß sowohl männliche wie weibliche Gonen in ihren Kernplatten weniger chromatische Einheiten aufweisen als somatische Zellen. Um so merkwürdiger muß es erscheinen, daß die unbefruchtete Eizelle sich trotzdem zum Embryo weiterentwickelt. Möglicherweise findet ähnlich wie in manchen „haploiden" somatischen Kernen zwar eine numerische Reduktion (bei der heterotypischen Teilung des Archespors) statt, aber keine qualitative, die ca. x Chromosomen der Embryosackkerne sind in Wirklichkeit nicht univalent (vgl. SUESSENGUTH, Flora 1921, S. 313 ff.), und es muß mit einem späteren Wiederauseinanderweichen der zeitweise zusammenhängenden Chromosomen und damit einer Restitution der 2x-Zahl gerechnet werden. — Die Deutung, daß die aus den unbefruchteten (haploiden) Eikernen und Synergiden hervorgehenden Embryonen nicht dauernd lebensfähig sind und durch die somatisch-apogam entstandenen verdrängt werden, ist abzulehnen. Denn Samen mit einem, sicher aus der Eizelle hervorgegangenen Embryo keimen und entwickeln sich gut.

Weit entfernt, über alle Punkte Klarheit zu schaffen, gibt die Untersuchung doch folgende sichere Resultate:

Die Embryonen, die aus der Bestäubung von *Zygopetalum Mackayi* mit *Odontoglossum crispum* hervorgehen, entstehen apogam. Befindet sich nur ein Embryo im Samen, so ist anzunehmen, daß dieser aus der unbefruchteten Eizelle hervorging, sind ein oder zwei weitere vorhanden, daß letztere aus dem Integument, in anderen Fällen dem Nuzellus oder den Synergiden stammen. Die Bestäubung der Blüte ist notwendig zur Samenbildung, sie wirkt aber nur stimulierend, und zwar ist nicht wie in anderen Fällen (*Funckia ovata, Allium odorum,* wahrscheinlich *Citrus aurantium,* vgl. HABERLANDT 1) eine Befruchtung des Eikerns zur Entwicklung der Adventivembryonen notwendig. Der Fall liegt in dieser Hinsicht vielmehr ähnlich wie der von *Opuntia vulgaris,* den GANONG untersuchte (vgl. WINKLER 6, S. 139, 140). Schon die Anlegung der Adventivembryonen, nicht nur wie bei *Nothoscordon fragrans* ihre Weiterentwicklung, ist abhängig von der Bestäubung, d. h. also, der Entwicklungsanlaß geht von den Pollenschläuchen aus.

Das Verhalten der „faux hybrides“, die Metroklinie der F_1- (und durch Rückkreuzung gewonnenen F_2-)Generation findet durch die apogame Entstehung eines oder mehrerer Embryonen in der Samenanlage eine befriedigende Erklärung.

Vielleicht liegt der Embryobildung der Kreuzung *Humulus Lupulus* × *Urtica urens* ein ähnlicher Vorgang zugrunde.

Ich möchte nicht verfehlen, Herrn Professor BURGEFF für die Überlassung von wertvollem Samenmaterial meinen Dank auszusprechen.

Literatur.

1. HABERLANDT, G.: Über experimentelle Erzeugung von Adventivembryonen bei *Oenothera Lamarckiana.* Sitz.-Ber. d. Preuß. Akad. d. Wiss., phys.-math. Klasse, Bd. 40, S. 695 ff.
2. HURST, C. Ch.: Notes on somes experiments in hybridisation and cross-breeding. Hybrid conference 1899, Report; Journ. Roy. Hortic. Society, Vol. 24, April 1900, S. 104.
3. Derselbe: Experiments on hybridisation and cross-breeding. Gard. Chronicle, 3. ser., Bd. 26, 1899, p. 55.
4. Derselbe: Recent experiments in the hybridisation of Orchids. Gard. Chronicle, Bd. 34, 1903, p. 226
5. TREUB, M.: Notes sur l'embryogenie de quelques Orchidées. Verslagen in Mededeelingen der Koninkl. Akad. van Wetenschapen. Amsterdam, 2e Reeks XIX, 1879.
6 WINKLER, H.: Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreiche. Jena 1908.

4. Walter Kotte: Zur Reizphysiologie der Fucus-Spermatozoiden.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 22. September 1922. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Die freibeweglichen Spermatozoiden niederer Pflanzen werden auf chemotaktischem Wege zu den Eizellen geführt. Das haben uns vor allem die Untersuchungen von PFEFFER, SHIBATA, LIDFORSS, BRUCHMANN und AKERMANN gelehrt. Der Einfluß der chemotaktisch wirksamen Substanz macht sich nun nur in nächster Nähe der Eizelle bzw. des Archegonhalses geltend: Ist der Weg der Spermatozoiden vom Antheridium bis zur chemotaktischen Einwirkungszone des Eies vom Zufall abhängig, oder ist er etwa sinnvoll gerichtet und bedingt durch Reaktionen der Spermatozoiden auf andere Reize? Beobachtungen über weitere Reizempfindlichkeit neben der chemotaktischen liegen bereits für die Spermatozoiden einiger Pflanzen vor. So wird für die von *Marchantia* Aerotaxis angegeben, Phototaxis für die Isogameten einiger Grünalgen und die Spermatozoiden von *Fucus*. Gerade die *Fucus*-Spermatozoiden schienen mir geeignet, um diese den Protozoen in ihrer Morphologie und der Mechanik ihrer Bewegung so ähnlichen Gebilde mit den Methoden der Protozoenphysiologie auf die verschiedene Art ihrer Reizbarkeit zu untersuchen.

Ein zweimaliger Aufenthalt auf Helgoland im April und September 1921 diente dieser Untersuchung. Den Herren der dortigen Biologischen Anstalt, vor allem Herrn Prof. MIELCK und Herrn Dr. NIENBURG, habe ich für ihr liebenswürdiges Entgegenkommen aufs herzlichste zu danken.

Leider stellte sich bald heraus, daß zur eingehenden Klärung dieser verwickelten und interessanten Reizerscheinungen ein längerer Aufenthalt am Meere notwendig wäre. Da mir hierfür vorerst keine Gelegenheit gegeben ist, so teile ich hier das bisher Erreichte mit.

So leicht es auch ist, sich das fesselnde Bild eines von Spermatozoiden umschwärmten *Fucus*-Eies einmal vorzuführen, so ist es trotz der riesigen *Fucus*-Bestände Helgolands recht schwierig, regelmäßig gut reagierende Spermatozoiden zur Verfügung zu

haben. Glückt es, so hat man Material in ungeheurer Menge, aber nur kurze Zeit lang bleiben die Spermatozoiden reaktionsfähig und beweglich. Die Untersuchung wurde mit den Spermatozoiden von *Fucus serratus* L. ausgeführt.

Chemotaxis:

Daß bei der Befruchtung der *Fucus*-Eier Chemotaxis der Spermatozoiden im Spiele sei, wurde häufig vermutet (z. B. von STRASBURGER, OLTMANNS, KNIEP), ist aber noch nie exakt nachgewiesen worden. Im Gegenteil: Die Versuche, *Fucus*-Spermatozoiden chemotaktisch anzulocken, sind bisher stets negativ verlaufen. Schon 1894 versuchte BORDET mit einem Brei von zerriebenen *Fucus*-Eiern, den er in eine Kapillare füllte, nach der Methode PFEFFERs, Anlockung zu erzielen. Aus dem völlig negativen Verlauf dieser Versuche schloß er, daß die Spermatozoiden nicht chemotaktisch reizbar seien. Später prüfte mit der gleichen Methode ROBBINS zahlreiche Stoffe, ohne bei irgendeinem eine anlockende Wirkung feststellen zu können.

Daß es sich trotzdem um chemotaktische Wirkung von Substanzen, die die Eier ausscheiden, handelt, läßt sich leicht zeigen, wenn man sich einer anderen Methode bedient. Einige Tropfen Seewasser wurden in einem Zentrifugenröhrchen eine Stunde lang mit vielen *Fucus*-Eiern in Berührung gebracht. Dann wurde scharf zentrifugiert und das Seewasser von den Eiern abpipettiert. Nun wurden — nach der Methode von JENNINGS — gut bewegliche Spermatozoiden in Seewasser auf einen Objektträger gebracht, ein großes, mit zwei Glaskapillaren gestütztes Deckglas aufgelegt und mit einer Kapillarpipette ein Tropfen des von den Eiern abpipettierten Seewassers vom Rande her in die Mitte darunter gebracht. Der Objektträger wurde verdunkelt, und schon nach wenigen Minuten sammelten sich im Bereich des mit den Eiern in Berührung gewesenen Wassers die Spermatozoiden an. Nach einer viertel bis halben Stunde bildeten sie einen deutlichen, goldgelben Fleck. Das von den Eiern abpipettierte Wasser ist etwas schleimig. Es läßt sich zu Fäden ausziehen, die man quer über einen Tropfen mit Spermatozoiden-Aufschwemmung legen kann. Nach einigen Minuten erscheint dann der Schleimfaden durch Ansammlung der Spermatozoiden als gelber Strich. Die Spermatozoiden werden nicht etwa durch den Schleim in ihrer Bewegung gehindert und so gefangen. Ein Tropfen mit Gummi arabicum versetzten Seewassers zeigt diese Erscheinung nicht. Außerdem sieht man im Mikroskop, daß die Bewegung der Spermatozoiden in dem Wasser, das mit Eiern in Berührung war, erheblich lebhafter ist.

als in reinem Seewasser. Die von den Eiern ausgeschiedenen Stoffe wirken also chemotaktisch und chemokinetisch auf die Spermatozoiden.

Welcher Art die chemotaktisch wirksame Substanz ist, konnte noch nicht untersucht werden. Mäßiges Erhitzen (1 Minute auf 70°) schädigt ihre Wirkung nicht. Die JENNINGSsche Tropfenmethode wird wohl gestatten, der Natur des chemotaktisch wirksamen Stoffes näherzukommen.

Mit der Kapillarmethode gelang es auch mir nicht, Anlockung zu erzielen, weder mit von Eiern abzentrifugiertem Seewasser, noch mit Eierbrei. Augenscheinlich ist die chemotaktisch wirksame Substanz sehr wenig diffusibel, so daß sie die Kapillarenmündung kaum verläßt. Außerdem stört bei Kapillarversuchen sehr die merkwürdige Eigenschaft der Spermatozoiden, sich thigmotaktisch auf der Kapillare und der Oberfläche von Objektträger und Deckglas in großen Mengen festzusetzen.

Noch einer andern, bisher unerklärten Erscheinung sei hier kurz gedacht, die bei diesen Untersuchungen Irrtum veranlassen kann. Die Spermatozoiden finden sich nach einiger Zeit nicht mehr gleichmäßig verteilt, sondern sie bilden einzelne Haufen. Dieselbe Erscheinung wurde an Pferdespermien von YAMANE beobachtet und auf Einfluß von Elektrolyten zurückgeführt, ohne daß aber die Mechanik des Vorgangs bisher erklärbar wäre.

Die chemotaktische Reaktion der Spermatozoiden ist eine phobische, worauf bereits KNIEP hingewiesen hat. Beobachtet man die Bahn eines einzelnen Spermatozoids in der Nähe eines Eies genauer, so findet man immer wieder Bilder wie Fig. 1. Das Spermatozoid schwimmt in gerader Richtung nahe am Ei vorbei, macht etwa in der Entfernung eines Eidurchmessers kehrt, und wendet, wenn es das Ei nicht berührt hat, immer wieder um, bis es auf das Ei trifft, und nun sofort festsitzt. In den allermeisten Fällen gelangt es dazu schon nach einer Kehrtwendung. Der Vorgang spielt sich sehr schnell ab und ist nur deutlich zu sehen, wenn man wenige Spermatozoiden anwendet. Liegen 3 oder 4 Eier beieinander, so sieht man häufig Spermatozoiden in dem Raum zwischen ihnen längere Zeit hin- und herschießen, ohne ihn zu verlassen, ehe sie auf eines der Eier auftreffen.

Es wirkt also auf das Spermatozoid nicht der Eintritt in die Diffusionszone der vom Ei ausgeschiedenen Substanz als richtender Reiz, sondern der Austritt aus derselben veranlaßt eine Rückwärts-, bzw. Seitwärtsbewegung. Die endliche Erreichung des Eies durch das in seiner Einwirkungssphäre hin- und herschießende Spermatozoid

bestimmt dann der Zufall. Da der von dem chemotaktisch wirksamen Reizstoff erfüllte Raum sehr klein ist, und die Bewegung der Spermatozoiden chemokinetisch beschleunigt ist, so wird das Ziel sehr bald erreicht.

Das phobisch-chemotaktische Verhalten der *Fucus*-Spermatozoiden entspricht also völlig dem der Farnspermatozoiden, das HOYT eingehend untersucht hat. Es ist mir sehr wahrscheinlich, daß das einzelne Spermatozoid beim Austritt aus der Einwirkungszone der vom Ei ausgeschiedenen Substanz eine Schreckbewegung

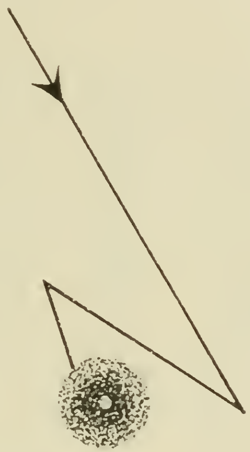


Abb. 1. Bahn eines *Fucus*-Spermatozoides in der Nähe des Eies.

ausführt, unter Rotation und Seitwärtswendung, wie sie JENNINGS grundlegend bei der phototaktischen Reaktion von *Euglena* analysiert hat, und wie sie dann immer wieder gefunden wurde: bei *Marchantia*-Spermatozoiden (ULEHLA), bei Myxomycetenschwärmern (KUSANO), bei *Chlamydomonas* und *Haematococcus* (E. PRINGSHEIM). Bei den *Fucus*-Spermatozoiden ist freilich eine Analyse der Schreckbewegung wegen ihrer Kleinheit, Durchsichtigkeit und schnellen Beweglichkeit vorerst keine sehr aussichtsreiche Aufgabe.

Aerotaxis:

Die für die *Fucus*-Spermatozoiden optimale Sauerstoffspannung liegt niedriger als die des frischen Meerwassers: Die *Fucus*-Spermatozoiden sind also negativ aerotaktisch. Diese Eigenschaft ist auffällig bei einer in der sauerstoffreichen Brandungszone wachsenden Pflanze. Ueber ihre Bedeutung weiter unten; nach-

zuweisen ist sie leicht. *Fucus*-Spermatozoiden in Meerwasser wurden mit Luftblasen zusammen unter dem Deckglas eingeschlossen. Um phototaktische Bewegungen auszuschließen, wurde das Präparat gleich nach seiner Herstellung verdunkelt. Die Spermatozoiden bilden sehr deutliche Atmungsfiguren. Sie ziehen sich 3—4 mm von den Luftblasen und dem Deckglasrand zurück; im übrigen Raum unter dem Deckglas sind sie gleichmäßig ververteilt.

Es wurde versucht, die optimale Sauerstoffspannung quantitativ zu bestimmen. Spermatozoidenhaltiges Seewasser wurde in kurze, einseitig geschlossene Glasröhren von 3 mm Durchmesser gefüllt und

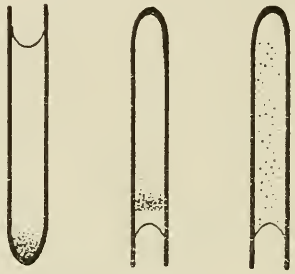


Abb. 2. Verhalten der *Fucus*-Spermatozoiden in Glasröhrchen. (Siehe Text.)

diese umgedreht (nach einer von E. PRINGSHEIM für Protozoen angewandten Methode). Die Spermatozoiden schwimmen — wahrscheinlich infolge positiver Geotaxis (s. u.) — abwärts und sammeln sich in einiger Entfernung vom Flüssigkeitsspiegel an (Fig. 2b). Sie setzen sich hier im Laufe von einer halben Stunde an der Glaswand fest.

Daneben wurden ebenso vorbereitete Glasröhren in einen geeigneten Rezipienten gebracht (Gaswaschflasche mit eingeschliffenem Stopfen), in dem mit einer Wasserstrahlluftpumpe die Luft verdünnt wurde. Ein Manometer zeigte den jeweils herrschenden Luftdruck an; die Temperatur während des Versuches betrug 16°. Da bei geringerem Luftdruck der Luft- bzw. Sauerstoffgehalt des Wassers sinkt, stiegen die Spermatozoiden tiefer zum Flüssigkeitsspiegel hinab. Es war zu erwarten, daß sie sich am Flüssigkeitsspiegel selbst ansammeln würden, wenn das Wasser die optimale Sauerstoffmenge enthielt. Die Versuche wurden im Dunkeln ausgeführt.

1000 ccm Wasser in Berührung mit Luft enthalten bei 16° und 760 mm Druck 6,89 ccm O_2 (nach WINKLER in LANDOLT-BÖRNSTEINs Tabellen). Bei Verminderung des Druckes sinkt nach dem HENRYschen Gesetz der Sauerstoffgehalt proportional. Der Versuch ergab:

Luftdruck	Gehalt des Wassers an O_2[1] (ccm in 1000 ccm H_2O)	Abstand der Spermatozoiden vom Meniskusrand
760 mm	6,89	3,0 mm
310 „	2,81	2,3 „
190 „	1,72	1,5 „

Bei einem Sauerstoffgehalt von 1,72 ccm in 1000 ccm Wasser waren die Spermatozoiden also noch 1,5 mm vom Meniskusrand entfernt; ihr Sauerstoffoptimum liegt also noch niedriger. Eine stärkere Luftverdünnung zu erzielen, erlaubte der Druck der Wasserleitung nicht, deshalb wurde als nächste Stufe völliger Abschluß der Luft mit flüssigem Paraffin hergestellt. Jetzt gingen die Spermatozoiden bis zum Meniskusrand hinab. Der Versuch ergibt also, daß das Sauerstoffoptimum der *Fucus*-Spermatozoiden niedriger liegt als 1,72 ccm in 1000 ccm Wasser.

Geotaxis:

In einem verdunkelten Gefäß haben die *Fucus*-Spermatozoiden das Bestreben, nach unten zu schwimmen. Fig. 2b zeigt, daß sie in dem umgedrehten Glasröhrchen abwärts geschwommen sind, bis sie durch die zu hohe Sauerstoffkonzentration gezwungen wurden, Halt zu machen. Daß ihre Ansammlung über dem Flüssigkeitsspiegel nicht etwa auf aerotaktischer Reizbarkeit allein beruht — derart, daß sie eine optimale Zone zwischen zu hoher und zu niedriger Sauerstoffspannung aufsuchten —, läßt sich zeigen, wenn man das Glasröhrchen aufrichtet. Nun sammeln sich die Spermatozoiden nicht etwa in dem gleichen Niveau an, sondern am Boden (Fig. 2a). Es handelt sich auch nicht, wie man denken könnte, um ein passives Absinken der spezifisch schwereren Spermatozoiden, sondern um eine aktive Abwärtsbewegung. Das ergibt folgender Versuch: Glasröhrchen wurden mit Seewasser und Spermatozoiden gefüllt und umgedreht. Einige Röhrchen enthielten lebende Spermatozoiden, in anderen waren sie abgetötet

1) Die Werte gelten für reines Wasser. Infolge der im Meerwasser gelösten Salze erniedrigen sie sich etwas. In welchem Maße, kann ich nicht angeben, da ich für Meerwasser keine Konstanten auffinden konnte.

worden, und zwar: 1. durch kurzes Erwärmen auf 70°, 2. durch Einwirken von Osmiumsäure- und 3. von Formalindämpfen. Das Verhältnis des spezifischen Gewichtes der Spermatozoiden und des Meerwassers kann sich dadurch nicht geändert haben. Denn das des Wassers wird zum mindesten durch die Erwärmung gar nicht beeinträchtigt, und an eine Änderung des Gewichtes der Spermatozoiden durch Austritt von Substanzen durch die getötete Plasmahaut ist auch nicht zu denken. So umstritten ihr feinerer cytologischer Bau auch noch ist, so enthalten sie doch nur dichtes Plasma und keine Vacuolen, aus denen nennenswerte Substanzen hinausdiffundieren könnten.

Nach zwei Stunden zeigte sich nun folgendes: Die lebenden Spermatozoiden zeigten die oben beschriebene Erscheinung (Fig. 2b). Sie hatten sich fast alle im unteren Teile des Röhrchens 3 mm oberhalb des Flüssigkeitsspiegels als orangeroter Ring an der Glaswand festgesetzt. Die getöteten dagegen waren kaum abgesunken, nur auf eine Strecke von wenigen mm (Fig. 2c).

Die Abwärtsbewegung der Spermatozoiden beruht also auf Lebenstätigkeit. Ob es sich um eine geotaktische Reizerscheinung handelt, oder ob der Schwerpunkt des Spermatozoids so liegt, daß jede unbeeinflußte Vorwärtsbewegung abwärts führen muß, ist noch nicht entschieden.

Phototaxis:

Daß die *Fucus*-Spermatozoiden phototaktisch reizbar sind, und zwar, wie STRASBURGER angibt, bei mittlerem Tageslicht negativ phototaktisch, ist zweifellos und leicht zu beobachten. Wenn BORDET ihnen trotzdem die phototaktische Reizbarkeit ebenso wie die chemotaktische abspricht, so beruht das auf seiner unzweckmäßigen Versuchsanstellung. Eigene Beobachtungen über die Phototaxis sind bisher nicht abgeschlossen. Es scheint die negative Phototaxis bei geringer Lichtintensität in eine positive überzugehen und außerdem die Lichtstimmung je nach der seit dem Ausschlüpfen vergangenen Zeit zu wechseln.

Thigmotaxis:

Außerordentlich stark ist der Reiz, den die Berührung der Eioberfläche auf das Spermatozoid ausübt. Er veranlaßt es sofort, sich festzusetzen, um entweder ins Innere einzudringen, oder das Ei erst zu verlassen, wenn es nach Eindringen eines anderen Spermatozoids eine Membran gebildet hat. Neues kann ich diesem von STRASBURGER eingehend geschilderten Vorgang nicht hinzufügen.

Das Zusammenspielen der verschiedenen Reizempfindlichkeiten bei der Befruchtung.

Die *Fucus*-Spermatozoiden sind also phototaktisch, chemotaktisch, aerotaktisch, thigmotaktisch und — wahrscheinlich — geotaktisch reizbar. Das Zusammenwirken der verschiedenen Reizempfindlichkeiten beim Befruchtungsvorgang wird man sich nun folgendermaßen vorzustellen haben: Bei Niedrigwasser entlassen die ♀ Pflanzen ihre Oogonien und die ♂ ihre Antheridien aus den Konzeptakeln. Wenn nun beim Nahen der Flut das Wasser steigt, so werden Eier und Spermatozoiden frei. Die ersteren sinken — schwerer als das Meerwasser — in den zahlreichen sich bildenden Wasserlachen zu Boden und die letzteren werden durch ihre negative Phototaxis ebenfalls von der hellen Oberfläche nach abwärts geleitet. Ist, wenn die Zeit der Flut in die Nachtstunden fällt, eine phototaktische Reaktion ausgeschlossen, so sorgt dennoch negative Aerotaxis und — wahrscheinlich — positive Geotaxis dafür, daß die Spermatozoiden die Oberfläche des Wassers fliehen und abwärts schwimmen. Kommen die Spermatozoiden in die Nähe eines Eies, so sind sie chemotaktisch gefangen, bis sie auf seine Oberfläche auftreffen und thigmotaktisch festsitzen.

Die chemotaktische Einwirkungszone der Eier kann naturgemäß nur klein sein. Wie wir sehen, ist aber die Bewegungsrichtung der Spermatozoiden in der übrigen Wassermasse nicht sinnlos vom Zufall abhängig, sondern durch die Empfindlichkeit gegen die verschiedenen zusammenwirkenden Reize werden sie in die Nähe der Eier geführt und so die Möglichkeit der Befruchtung erhöht. Wie sich die *Fucus*-Spermatozoiden an einem Standort ohne Gezeiten verhalten, wie z. B. in der Ostsee, ist noch zu untersuchen. Möglicherweise ist hier die Sicherheit der Befruchtung stark herabgesetzt, worauf, wie OLTMANNS erwähnt, das weit spärlichere Auftreten von Keimpflanzen schließen läßt.

Ob auch bei anderen niederen Pflanzen die Befruchtung erleichtert wird durch Empfindlichkeit der Spermatozoiden gegen verschiedenartige Reize, müssen weitere Untersuchungen ergeben.

Freiburg i. B., September 1922.

Literatur.

AKERMANN, A. Zeitschr. f. Bot., II., 1910, 94.
BORDET, J. Bull. de l'Akad. Bruxelles 27, 1894, 863.
BRUCHMANN, H. Flora 99, 1909. 193.

HOYT, W. D. Bot. Gaz., 49, 1910, 340.
JENNINGS, H. S. Die niederen Organismen. 1914
KNIEP, H. Jahrb. wiss. Bot., 44, 1907, 635.
KUSANO, S. Journal of the college of agriculture, Tokyo, 2, 1909, 1
LIDFORSS, B. Jahrb. wiss. Bot., 41, 1905, 65.
Derselbe. Ber. d. D. Bot. Ges., 23, 1905, 314.
OLTMANNS, F. Morphologie und Biologie der Algen, 1904.
PFEFFER, W. Unters. Bot. Inst. Tübingen, 1881—1885, S. 363.
PRINGSHEIM, E. Biol. Centralblatt, 32, 1912, 337.
Derselbe. Beitr. z. allg. Bot., Bd. 2, 1921, 88—137.
ROBBINS, W. J. Biological Bulletin, 33, 1916, 125.
SHIBATA, K. Jahrb. wiss. Bot., 49, 1911, 1.
STRASBURGER, E. Das Bot. Praktikum 1921, XXII.
ULEHLA, V. Biol. Centralblatt, 31, 1911, 645.
YAMANE, Y. Journal of the college of agriculture Hokkaido University, IX.

Zur Beachtung!

Innerhalb Deutschlands erhalten die Mitglieder die Berichte durch den Postzeitungsvertrieb. Für pünktliche und regelmäßige Zustellung der Berichte ist **die Post verantwortlich.** Beschwerden über Ausbleiben des Heftes (am Ende jeden Monats mit Ausnahme von August und September) sind innerhalb 4 Wochen an die zuständige Poststelle zu richten, welche **zur kostenlosen Nachlieferung** fehlender Hefte **unbedingt verpflichtet** ist. **Bei Wohnungswechsel** ist die Umleitung der Zeitschrift bei dem zuständigen Postamt unter Beifügung einer Umschreibegebühr von 30 M. **unter allen Umständen** zu beantragen, da sonst leicht Hefte verloren gehen können. Zugleich ist der Wohnungswechsel der Mitglieder auch Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15, bekanntzugeben.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1923 mit genauer Angabe der Adresse des Absenders und vollständig druckreif an Herrn Prof. Dr. H. Miehe, Berlin-Lichterfelde-West, Stubenrauchstr. 10, zu senden. Den Mitgliedern können kostenlos nur 2 Arbeiten von je 6 Druckseiten in normalem Druck und der Raum einer Seite für Textfiguren in Strichätzung jährlich zugestanden werden. Alle Mehrkosten, die durch Ueberschreiten der im Vorstehenden festgesetzten Bedingungen entstehen, insbesondere auch die Kosten für Petitdruck im Text und Druck von Tabellen, sind vom Autor zu tragen. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke und Korrekturen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen sind zu senden an Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1923.

Für die Generalversammlung: R. v. Wettstein, Präsident; E. v. Tschermak, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: H. Miehe, Vorsitzender; A. Zimmermann, 1. Stellvertreter; H. Harms, 2. Stellvertreter; B. Leisering, 1. Schriftführer; R. Pilger, 2. Schriftführer; K. Snell, 3. Schriftführer; Schatzmeister: E. Tiegs.

Redaktionskommission: H. Miehe, B. Leisering, R. Pilger, K. Snell, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): A. Weiße, L. Diels, F. Herrig, R. Kolkwitz, F. Duysen.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Werden mehr als 50 Abzüge gewünscht, so muß die Bestellung der Ueberzahl vor der letzten Korrektur erfolgen; die Kosten für die Mehrabzüge werden besonders berechnet und sind vom Verfasser zu tragen.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68.

BAND XLI. JAHRGANG 1923. HEFT 2.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

AUSGEGEBEN AM 22. MÄRZ 1923.

BERLIN.
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a.
1923.

Printed in Germany

Inhaltsangabe zu Heft 2

Nächste Sitzung der Gesellschaft **Freitag, den 23. März 1923,** abends **7** Uhr, im **Hörsaal des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität, Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Straße 1.

Übersicht über die Mitgliederbeiträge.

		Jahresbeitrag einschl. Berichte	Preis der Berichte im Buchhandel am 1. 3. 23	Vorzugspreis für das Botan. Zentralbl.[1]) 1. Halbbd.	Preis des Botan. Zentralblattes im Buchhandel am 8. 3. 23
Deutschland . . .	Mk.	**2000**.—[2])	15000,—	1200,—	1600,—
Amerika	$	5,—	7,—	1,50	2,—
Belgien/Luxemburg	Frcs.	25,—	87,50	18,75	25,—
Dänemark. . . .	Kr.	18,—	31,50	6,80	9,—
England	Sh.	20,—	30,—	6,5	8,6
Frankreich . . .	Frcs.	25,—	87,50	18,75	25,—
Holland	Gld.	12,5	17,50	3,80	5,—
Italien	Lire	25,—	105,—	22,50	30,—
Japan	$	5,—	7,—	Sh. 6,5	Sh. 8,6
Norwegen	Kr.	18,—	35,—	7,50	10,—
Schweden	Kr.	18,—	24,50	5,30	7,—
Schweiz	Frcs.	25,—	35,—	7,50	10,—
Spanien	Pes.	25,—	35,—	7,50	10,—
Tschechoslowakei .	Kr.	25,—	157,50	33,75	45,—

An die Mitglieder, die ihren Wohnsitz in einem Lande haben, in denen die deutsche Markwährung höher ist als am 1. Juli 1914 (z. B. Österreich, Rußland), erfolgt Lieferung der Berichte zu dem für Deutschland geltenden Preise, außerdem sind noch die Versandkosten zu ersetzen.

Alle Geldsendungen werden franko erbeten entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“ oder an den Schatzmeister, Dr. E. TIEGS, Berlin-Steglitz, Bismarckstr. 66, an den man auch alle auf die Bezahlung der Beiträge bezüglichen Schriftstücke gelangen lassen wolle. Zahlungen aus dem Auslande, die nach § 12 der Satzungen laut obiger Aufstellung in der bei den einzelnen Ländern angegebenen, also nicht in deutscher Währung zu erfolgen haben, erbitten wir nur durch Bankscheck oder in Noten.

Es wird gebeten, bei Anfragen Rückporto beilegen zu wollen.

1) Erscheint bei GUSTAV FISCHER, Jena, Postscheckkonto: Erfurt Nr. 986. Es wird gebeten, das Botan. Zentralblatt direkt beim Verleger zu bestellen.

Zu den oben angegebenen Vorzugspreisen kommen noch die Portospesen für die direkte Zusendung, die sich für Deutschland für den laufenden 1. Halbband des zweiten Bandes auf M. 380,— und für den 2. Halbband auf M. 600,— stellen. Die Berechnung des Portos für das Ausland erfolgt auf der Basis eines halben Schweizer Franken.

2) Ab 1. April 1923: **5000 M.**

HEFT ZU EHREN
VON
H. GRAF ZU SOLMS-LAUBACH
GESTIFTET VON
EINEM EHEMALIGEN SCHÜLER IN ENGLAND.

Sitzung vom 23. Februar 1923.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Der Vorsitzende teilt mit, daß er an unser Ehrenmitglied, Herrn Prof. Dr. S. NAWASCHIN, der in Tiflis am 18. Februar d. J. seinen 70. Geburtstag beging, im Namen der Gesellschaft ein Glückwunschschreiben gerichtet hat.

Herrn Geh. Rat Prof. Dr. I. URBAN überbrachte der Vorstand persönlich bei der Feier seines 50jährigen Doktorjubiläums am 15. Februar d. J. die Glückwünsche der Gesellschaft.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Braunholz, Studienrat in **Braunschweig**, Wilhelm-Gymnasium (durch G. GASSNER und F. J. MEYER),

Esdorn, Frl. **Ilse**, Apotheker, Assistentin des Botan. Institutes der Technischen Hochschule **Braunschweig** (durch G. GASSNER und F. J. MEYER),

Hesse, Dr. ing. **Otto**, Studienassessor in **Sotmar** bei Gr. Denkte, Kreis Wolfenbüttel (durch G. GASSNER und F. J. MEYER),

Kirchhoff, Heinrich, Apotheker und Nahrungsmittelchemiker in **Braunschweig**, Hagenstr. 20 (durch G. GASSNER und F. J. MEYER),

Morstatt, Dr., Regierungsrat, in **Berlin-Dahlem**, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft (durch A. ZIMMERMANN und E. TIEGS),

Nakano, Dr. **H.**, Professor, in **Berlin-Wilmersdorf**, Darmstädter Str. 4 II (durch F. HERRIG und P. METZNER),

Oehm, Gustav, mag. pharm. in **Theusing** bei Karlsbad (durch A. PASCHER und K. RUDOLPH),

Pillay, Dr. **T. Padmanabha,** Phytopatholog in Villa Sankaramurty, **Trivandrum,** Travancore, Indien (durch ED. FISCHER und G. VON BÜREN),

Schmidt, Dr. **Otto,** Assistent am Botan. Museum in Dahlem, in **Berlin-Friedenau,** Menzelstr. 28 (durch F. MARKGRAF und J. MATTFELD),

Schreiber, Dr. **Max,** Assistent an der Lehrkanzel für forstl. Produktionslehre der Hochschule für Bodenkultur in **Wien** (durch B. HUBER und O. PORSCH),

Trumpf, Dr. **Christian,** in **Hamburg,** Burggarten 5 (durch H. WINKLER und R. STOPPEL),

Wahl, Dr. **Bruno,** Regierungsrat an der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in **Wien II,** Trunnerstr. 1 (durch R. KOLKWITZ und E. TIEGS),

Zederbauer, Dr., Professor für Obst- und Gartenbau an d. Hochsch. f. Bodenkultur in **Wien XVIII,** Hochschulstr. 17 (durch R. KOLKWITZ und E. TIEGS),

Zeidler, Frl. **Julia,** Apotheker in **Braunschweig,** Altewiekring 68 (durch G. GASSNER und F. J. MEYER).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

Sprenger, **Emil,** Lehrer in **Liboch a. d. Elbe,**
Hiller, Dr. **Waldemar,** Studienassessor in **Stettin,**
Overbeck, Dr. **Fritz,** Assistent in **Freiburg i. B.,**
Koppe, Dr. **Fritz,** Lehrer in **Kiel,**
Wyneken, Dr. **Karl,** Studienrat in **Leer,**
Buchheim, Dr. **Alexander,** Assistent in **Moskau,**
van Overeem, Dr. **C.** in **Weesp** (Holland),
Mühldorf, Dr. **Anton,** Assistent in **Czernowitz,**
Bavendamm, **Werner,** cand. phil. in **Berlin NW 87.**

Achtung! Für diejenigen Mitglieder, die bis zum 1. April 1923 den Mitgliedsbeitrag von 2000 M. nicht eingesandt haben, mußte der Beitrag auf **5000 M.** erhöht werden.

Statt am Karfreitag findet die Märzsitzung am **vorletzten** Freitag des Monats, den **23. März,** statt.

Mitteilungen.

5. K. V. Ossian Dahlgren: Ceratostigma, eine heterostyle Gattung.

(Mit 4 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 20. September 1922. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

In einer früheren Abhandlung (DAHLGREN 1918) habe ich hervorgehoben, daß heterostyle Arten innerhalb der Gattung *Plumbago* vorhanden sind. Dabei habe ich auch bemerkt (l. c. S. 371), daß die Gattung *Ceratostigma* vielleicht in ähnlicher Weise organisiert wäre. Von allen denjenigen Exemplaren von *Ceratostigma plumbaginoides*, die ich bis dahin untersucht hatte, konnte man nämlich vermuten, daß sie einer brevistylen Form angehörten. Bei einem kurzen Besuche in Berlin und Genf bot sich mir dieses Jahr die Gelegenheit, ein größeres Material zu untersuchen, und da stellte es sich heraus, daß meine obenerwähnte Vermutung richtig war. Den Herren Professoren Dr. L. DIELS und Dr. J. I. BRIQUET, die mich in ihren Instituten in liebenswürdiger Weise empfangen haben, spreche ich hiermit meinen Dank aus.

Von der Gattung *Ceratostigma* sind jetzt acht Arten bekannt (PRAIN 1906, STAPF 1914). Sie hat zwei weit auseinanderliegende Verbreitungsgebiete, einerseits China, Cochinchina, Tibet, Himalaya, und andererseits Abessinien und Somaliland.

Die erste beschriebene Art, *Ceratostigma plumbaginoides* Bunge, ist, wie gesagt, heterostyl. In Bot. Magazine (Tab. 4487) und GARDENERs Chronicle (1847, S. 732) ist die brevistyle Form abgebildet (Abb. 1). Die Worte „Style glabrous, shorter than the stamens" charakterisieren somit nur die erwähnte Form, nicht aber die Art. Die langgrifflige Form hat eine herausragende Narbe, die selbst größer und mit größeren Papillen versehen ist als bei kurzgriffligen Individuen. Die Abb. 3 und 4 zeigen dies deutlicher als Worte. Beim langgriffligen Typus sitzen die Antheren nicht so tief im Tubus wie die Narbe bei kurzgriffligen Pflanzen. Ähnlich verhält sich auch die Gattung *Plumbago* (DAHLGREN 1918, S. 365). Irgendein auffallender Unterschied in der Pollengröße

der beiden Formen scheint nicht vorzukommen. Ich habe jedoch nur einige wenige longistyle Blüten untersuchen können.

Wie bei *Plumbago capensis*, die vor einem Jahrhundert nach Europa gelangte, scheint man auch bei *Ceratostigma plumbaginoides* nur die brevistyle Form kultiviert zu haben. Wenigstens waren alle Gartenexemplare kurzgrifflig, die ich von der letztgenannten Pflanze gesehen habe. Aus dem botanischen Garten in Kopenhagen, wo die schöne Pflanze gedeiht und reichlich blüht,

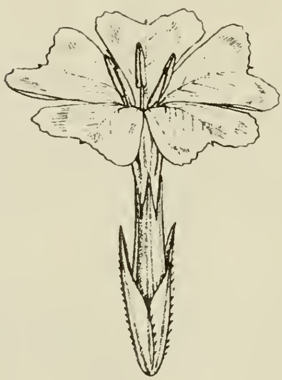


Abb. 1.



Abb. 2.

Abb. 1. *Ceratostigma plumbaginoides.* **Brevistyler Typus. (Nach tab. 4487 in Bot. Magazine.)**
Abb. 2. *Ceratostigma Willmottianum.* **Die Abbildung entspricht einem longistylen Typus. (Nach tab. 8591 in Bot. Magazine.)**

erhielt ich 1915 eine größere Kollektion Blüten zwecks einer entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung. Alle Embryosäcke waren jedoch unbefruchtet, was wohl damit in Zusammenhang steht, daß die illegitime Pollination, ähnlich wie bei *Plumbago capensis*, praktisch genommen ergebnislos ist.

Ceratostigma Griffithii Clarke, wie die vorhergehende in China heimisch, ist auch eine heterostyle Pflanze, bei welcher die Narben und Narbenpapillen der beiden Formen dasselbe Verhalten zeigen wie bei der obenerwähnten Art.

Ein Bild aus Bot. Magazine (Tab. 8591) stellt eine Blüte von *Ceratostigma Willmottianum* (Abb. 2) aus China dar, einer Art, die



Abb. 3. *Ceratostigma plumbaginoides.* Narbe des brevistylen Typus. Vergr. etwa 30×. (Verf. phot.)



Abb. 4. *Ceratostigma plumbaginoides.* Narbe des longistylen Typus. Vergr. etwa 30×. (Verf. phot.)

STAPF neulich beschrieben hat. Man sieht, daß sie einem longistylen Typus entspricht. In der Diagnose der genannten Art wird betont, daß die Antheren nur mit den Spitzen aus der Tubusmündung hervorgucken. Die Narbe dagegen ragt vollständig heraus. Dies bezieht sich wohl nur auf die longistylen Exemplare, welche der Artbeschreibung zugrunde liegen, denn aller Wahrscheinlichkeit nach gibt es auch hier eine brevistyle Form. Dem ziemlich nahestehenden *Ceratostigma plumbaginoides* gegenüber weicht die neue Art nach STAPF ab durch „— — antherarum apicalibus tantum brevissime e tubo exsertis, stigmatibus antheras longe superantibus — —". Bei *Ceratostigma plumbaginoides* habe ich ja doch auch langgrifflige Exemplare nachgewiesen.

Ein Exemplar von *Ceratostigma abyssinicum* Aschers., das ich untersucht habe, entsprach einem longistylen Typus.

Upsala, Botanisches Institut, Dezember 1921.

Literaturverzeichnis.

ANONYMUS, Lady Larpent's Leadwort. — The GARDENERS Chronicle. 1847.

DAHLGREN, K. V. O., Heterostylie innerhalb der Gattung *Plumbago*. — Svensk Bot. Tidskrift, 12. 1918.

HOOKER, W. J., *Valoradia plumbaginoides* in CURTIS' Botanical Magazine. 76, Tab. 4487. London 1850.

PRAIN, D., The genus *Ceratostigma*. — The Journ. of Bot. british and foreign, 44. 1906.

STAPF, O., *Ceratostigma Willmottianum* in CURTIS' Botanical Magazine. 140, Tab. 8591. London 1914

6. Leonhard Lindinger: Beiträge zur Kenntnis der Monokotylen.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 24. September 1922. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Rückschlagsformen von *Majanthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt.

Im vergangenen Juni fand ich im Neu-Rahlstedter Gehölz interessante Formen des Schattenblümchens. Das in Hamburgs Nähe im preußischen Kreis Stormarn liegende Gehölz ist ein Laubmischwald vorwiegend aus *Alnus, Corylus* und *Carpinus*, mit einigen Eichen, *Betula*, *Pirus aucuparia*, *Pirus malus*, *Fagus*, *Mespilus oxyacantha* usw. Von bemerkenswerten Monokotylen habe ich gefunden: einige *Listera ovata* (an einer Pflanze habe ich 44 Blüten gezählt; an einer im botanischen Garten zu Hamburg kultivierten allerdings noch weit mehr, nämlich 75), *Orchis maculatus helodes* und einige *Platanthera* im nichtblühenden Zustand, ferner in Menge *Convallaria majalis*, *Polygonatum multiflorum* und vor allem *Majanthemum*.

Die letztgenannte Pflanze soll uns hier kurz beschäftigen. Sie findet sich sowohl im dichtbewachsenen Teil des Gehölzes, besonders am Grund der von *Rubus* und *Lonicera periclymenum* umgebenen Baumstämme, als auch am Waldrand auf fast völlig nacktem Boden unter lichtstehenden Hainbuchen Die *f. trifolium* Bänitz (= 3 stengelständige Blätter) ist häufig, das dritte Blatt erreicht an meinen Stücken bis 30 mm Länge und 15 mm Breite. Häufiger sind Formen, wo es nur etwa 3 mm lang und kaum 1 mm breit ist. Auch scheinbar einblättrige Formen habe ich gesammelt, bei denen das rudimentäre zweite (obere) Blatt nur ein Spitzchen von 1 mm Länge darstellt, manchmal mit einigen Blüten in der Achsel (*f. unifolium* Bolzon; Bull. Soc. bot. Ital. 1909, S. 69; nach FEDDE, Rep. nov. sp. IX, 1911, S. 406). Dazwischen alle Übergänge zur gewöhnlichen zweiblättrigen Form.

Weiter fand sich mehrmals *f. trifolium* Bernátzky non Bänitz (KIRCHNER-LÖW-SCHRÖTER, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas, 1914, BERNÁTZKY, Asparagoideae S. 623 und 652), die wegen der gleichbenannten BÄNITZschen Form anders zu benennen ist: Ich nenne sie *f. foliosum*. Anschließend möchte ich be-

merken, daß die von BERNÁTZKY wiedergegebene REICHENBACHsche Abbildung der blühenden Pflanze (a. a. O. S. 653) insofern unrichtig ist, als das unterste Blütendöldchen mit dem oberen Laubblatt stets alterniert; REICHENBACH zeichnet es auf der gleichen Seite.

Manche Pflanzen täuschten *f. foliosum* vor, bei näherem Zusehen konnte ich aber bemerken, daß das grundständige Blatt dieser Exemplare einem dem Blütentrieb benachbarten Seitentrieb des Rhizoms angehörte. In ähnlicher Weise findet man auch scheinbar zweiblättrige nichtblühende Pflanzen.

Die echte *f. foliosum* dagegen besitzt einen zwei-, auch dreiblättrigen Blütenschaft und ein demselben Sproß angehöriges, den Blütenstengel am Grund scheidig umgebendes langgestieltes Rhizomblatt.

Zahlreiche nichtblühende einblättrige Pflanzen trugen unterhalb der Ansatzstelle des Blattes noch den vertrockneten vorjährigen Blütenschaft, so daß also der gleiche Sproß (regelmäßig?) nicht alljährlich zum Blühen gelangt.

Wie schon erwähnt, wächst im Gehölz das Schattenblümchen auch am Waldrand unter Hainbuchen auf fast völlig nacktem Boden. Hier habe ich nun eine bisher noch nirgends beschriebene Wuchsform gefunden, die für mich von größtem Interesse ist. Es sind beblätterte Ausläufer, die abweichend von der gewöhnlich erwähnten einblättrigen, nichtblühenden Form 2—3 Laubblätter besitzen. Die Form und Größe dieser Triebe zeigt die durch Naturselbstdruck hergestellte Abbildung. Besonders auffällig ist das Fehlen der herzförmigen Ausbuchtung am Grund der Blattspreite. Selbst DÖLL erwähnt in seiner trefflichen „Flora des Großherzogtums Baden“ (Karlsruhe 1857) diese beblätterten Grundsprosse nicht.

Ich fasse diese Sprosse als Rückschlagserscheinung zu einer Urform auf, von der sich *Majanthemum* und seine Verwandten ableiten lassen. Ähnliche Rückschlagssprosse finden sich bei *Danae racemosa*, wie ich im Herbst 1921 in Erfurt bei HAAGE & SCHMIDT festgestellt habe, also nicht nur an den Keimpflanzen, und ebenso bei *Semele androgyna*, von deren Jugend- und Rückschlagsform manche Waldteile des Anagagebirges in Tenerife förmlich wimmeln, dort merkwürdigerweise von keinem Botaniker bisher gefunden.

Die oberirdischen beblätterten Stengel der Asparagoideen sind nach meiner Auffassung allesamt vegetativ gewordene Blütenstände, die sich bei den einzelnen Gattungen

verschieden entwickelt haben. Dem Grundtyp ähnlich geblieben ist *Ophiopogon*, dann *Convallaria* (nur verteilen sich hier die Laubblätter und der endständige Blütenstand auf verschiedene Vegetationsperioden); *Danae racemosa* und *Smilacina* dürften näher zu-



sammenzubringen sein, ebenso *Majanthemum* mit *Polygonatum*. Dagegen haben nach meiner Auffassung *Ruscus*, *Danae* und *Semele* nur das Eine gemeinsam, daß der sekundärvegetative Blütenstand (wohl infolge weitgehender Rückbildung der Deckblätter) keine Laubblätter mehr entwickeln konnte, sondern sie durch Kladodien ersetzte. Bei *Polygonatum* endlich ist der Prozeß der Verlaubung des ursprünglich rein generativen Blütenstandes noch in der Fort-

entwicklung begriffen: die Varietäten *bracteatum* (Thom.) und *ramosum* (Döll) finden in der var. *foliosum* Geisenheyner (Flora exsiccata Rhenana Fasc. I, 1909, Nr. 72) gewissermaßen einen Höhepunkt, indem hier die Blütenbildung nahezu unterdrückt ist. Natürlich sind das keine Varietäten, sondern nur Wuchsformen; will man ihnen eine eigene Bezeichnung geben, so sind sie als *f. bracteatum*, *f. ramosum* und *f. foliosum* zu bezeichnen. Eine Ahnung dieses Sachverhaltes scheint POSTEL aufgegangen zu sein, denn er schreibt von *Polygonatum multiflorum*: „Die Blätter, welche offenbar den kleinen Deckblättern des Springaufs (= *Majanthemum*) entsprechen, aber als ansehnliche Stengelblätter sich darstellen" (E. POSTEL, Der Führer in die Pflanzenwelt, 8. Aufl., Langensalza 1881, S. 238, Nr. 127).

Ähnliche Rückschlagsformen sind vielleicht auch bei *Paris* zu erwarten, der in der Jugend auch nur ein langgestieltes Grundblatt besitzt, und bei *Listera*.

Hamburg, den 23. September 1922.

7. H. Kappert: Über ein neues einfach mendelndes Merkmal bei der Erbse.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 25. September 1922. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Die gewöhnlichen farbig blühenden Erbsensippen zeichnen sich außer durch ihre Blütenfarbe auch durch eine heller oder dunkler rote bis violette Ringzeichnung am Grunde der Nebenblätter, den sog. „Makel“, vor den weißblühenden Erbsen aus. Eine rotblühende Erbsensippe ohne Blattmakel ist aus Versuchen von TSCHERMAK[1]) bekannt, dagegen sind Unterschiede in der Ausbildung des Blattmakels meines Wissens noch nicht beschrieben und auf ihr erbliches Verhalten hin untersucht worden, trotzdem diese Unterschiede ziemlich auffallender Natur sind. Bei der einen Gruppe der rotblühenden makeltragenden Erbsen besteht die Blattachselzeichnung aus einem einfachen, unmittelbar an den Stengel sich anlegenden roten Ring, während bei der anderen Gruppe außer diesem Ring auf der Spreite des Nebenblattes, getrennt durch eine hellere Zone, noch ein mehr oder weniger violett gefärbter, hin und wieder unterbrochener Kranz vorhanden ist. Diese Art Blattachselzeichnung ist im folgenden als „doppelter Makel“, im Gegensatz zu dem einfachen Makel der erstgenannten Sippen, beschrieben.

Von den mir zur Verfügung stehenden Sippen mit farbigen Blüten besaßen die unter dem Namen *Pisum vernale*, *P. thebaicum*, *P. abessynicum* gezogenen Sorten, sowie die purpurvioletthülsige Erbse einen einfachen Makel. Die Riesendelikateß- und Mammuterbse hatten dagegen einen doppelten Makel.

Die ersten Beobachtungen über das Verhalten verschieden gezeichneter Erbsen bei der Bastardierung wurden bereits 1919 in der zweiten Generation einer Kreuzung der halbhohen weißblühenden Erbse *Stratagem* mit einer unbekannten hochwüchsigen roten Erbse, auf deren Makel damals noch nicht geachtet war, gemacht. Von insgesamt 44 rotblühenden F_2-Pflanzen hatten 28 Pflanzen einen doppelten, 14 einen einfachen Makel, bei zwei

1) E. TSCHERMAK, Bastardierungsversuche an Levkojen, Erbsen und Bohnen usw. Zeitschr. f. indukt. Abst. u. Vererbungslehre, Bd. VII, 1912

Pflanzen war der Makel zur Zeit der Aufnahme noch sehr schwach entwickelt, und es war nicht zu entscheiden, welcher Kategorie die Pflanze angehörte[1]). In einer anderen Kreuzung: weißblühende Wachsschwert × purpurvioletthülsige Erbse, traten im gleichen Jahre unter 36 rotblühenden Pflanzen der F_2-Generation 27 Individuen mit doppeltem, 9 mit einfachem Makel auf. In einer anderen Nummer derselben Kreuzung hatten 7 rotblühende Pflanzen einen doppelten, 2 einen einfachen Makel. Insgesamt ergab sich also für diese Kreuzung ein Zahlenverhältnis von 34 : 11, also mit großer Wahrscheinlichkeit das monohybride Spaltungsverhältnis 3 : 1.

Im folgenden Jahre wurden von der Kreuzung „Wachsschwert × purpurvioletthülsige Erbse" je 20 Samen von F_2-Pflanzen

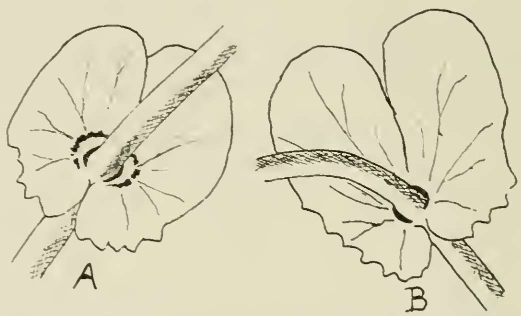


Abb. 1. A: Doppelter Makel einer rotblühenden Erbse. B: Einfacher Makel einer rotblühenden Erbse. (Gez. von Martha Kappert.)

mit doppeltem sowie von Pflanzen mit einfachem Makel in Töpfe ausgesät und nach dem Aufgang ins Freibeet verpflanzt. Von 10 Pflanzen, die 1919 einen doppelten Makel gehabt hatten, brachten

1) Die Ausbildung des Makels wird von zufälligen Bedingungen, wie z. B. von dem der Pflanze während des Wachstums gebotenen Lichtgenuß sehr stark beeinflußt. Im Frühjahr im Gewächshaus gezogene Pflanzen zeigten mitunter zunächst überhaupt keine Blattachselzeichnung, mit zunehmendem Alter trat aber in allen Fällen wenigstens an den oberen Nebenblättern die für die betreffenden Sippen charakteristische Zeichnung mehr oder weniger deutlich hervor. Umgekehrt zeigten im Hochsommer die im Freien stehenden Erbsen eine starke Verbreiterung des Innenrings, durch die bei den Erbsen mit doppeltem Makel schließlich eine Verschmelzung des Ringes mit dem Kranze zu einer einzigen hufeisenähnlichen Zeichnung zustandekommen konnte. In solchen Fällen war namentlich an den oberen Nebenblättern die Unterscheidung von den Pflanzen mit einfachem stark ausgebildetem Ring erschwert. — Am sichersten erkennbar waren die Unterschiede bei den Freilandpflanzen stets zu der Zeit der Entwicklung des 8. bis 10. Nodiums.

4 Pflanzen unter ihren rotblühenden Nachkommen nur solche mit doppeltem Makel hervor[1]. Ebenso bestand die Nachkommenschaft von 4 F_2-Pflanzen mit einfachem Makel, soweit die Pflanzen rot blühten, nur aus Individuen mit einfachem Makel. Unter den Nachkommen von 6 Pflanzen mit doppeltem Makel kamen Pflanzen mit doppeltem und einfachem Makel vor, und zwar waren insgesamt 85 Individuen mit doppeltem, 22 mit einfachem Makel vorhanden. Bei einem einfach mendelnden Unterschied wäre ein Verhältnis von 80,25 : 26,75 zu erwarten gewesen, die Übereinstimmung ist also eine genügende, um im vorliegenden Falle den Schluß auf einen unifaktoriellen Unterschied zwischen den beiden Erbsensippen zuzulassen. Zur weiteren Prüfung wurde ein Wiederholungsversuch in Töpfen vorgenommen, für welchen je 24 Samen von 2 Pflanzen mit doppeltem Makel, die sich in dem Freilandversuch als heterozygotisch in bezug auf die Blattachselzeichnung gezeigt hatten, sowie zwei weitere Nummern ausgesät. Auch hier trat in der Nachkommenschaft jeder Pflanze eine Spaltung auf, und zwar wurden jetzt 46 Pflanzen mit doppeltem, 16 mit einfachem Makel gezählt, die Pflanzen ohne jegliche Zeichnung wurden nach dem Ergebnis des Freilandversuches als weißblühende aufgenommen, obwohl die Blüte der Pflanzen nicht abgewartet werden konnte, sondern der Versuch vorher abgebrochen werden mußte. Die Übereinstimmung zwischen gefundenen und erwarteten Zahlen ist hier vollkommen, wir erhielten 46 : 16 statt 46,5 : 15,5. Addieren wir die aus beiden Versuchsreihen gewonnenen Zahlen, so bekommen wir das Verhältnis 131 : 38, statt 126,75 : 42,25. Die nachfolgende Tabelle gibt die Spaltungszahlen, wie sie in den einzelnen Nachkommenschaften gefunden wurden, wieder.

Verteilung der Individuen mit doppeltem und einfachem Makel in den einzelnen Nachkommenschaften.

Nachkommenschaft der Pflanze Nr.	33.1*)	33.2*)	33.5	34.3	34.4	34.14**)	34.25**)	34.41	Sa.
Makel doppelt rotblühend	24	30	13	13	16	8	14	13	131
Makel einfach rotblühend	9	5	2	4	4	4	6	4	38
weißblühend	8	8	5	2	0	8	4	2	37

*) Freiland- und Topfversuche zusammengezogen.
**) Topfversuche.

1) Weißblühende Erbsen waren stets ohne Blattachselzeichnung.

Da nun die Pflanzen mit doppeltem Makel in der Kreuzung einer rotblühenden Erbse mit einfachem Makel mit einer weißen ohne Makel als Kreuzungsnovum aufgetreten waren, so lag es nahe zu versuchen, auch durch Kreuzungen anderer roter Sippen mit einfachem Makel mit verschiedenen weißen Erbsensorten über die Erbanlagen für die Blattachselzeichnung der weißen Erbsen Aufschluß zu erhalten. Zu diesem Zwecke wurden im Sommer 1920 und 1921 Kreuzungen zwischen einer unter dem Namen *Pisum thebaicum* gezogenen rosablühenden Erbse mit einfachem Makel und verschiedenen weißblühenden Sippen ausgeführt. Von diesen gaben die Verbindungen *P. thebaicum* × Wunder von Amerika, *theb.* × William Hurst, *theb.* × Goldkönig in der ersten Generation rotblühende Pflanzen mit einfachem Makel. Nur die Kreuzung mit der weißblühenden Erbse Wachsschwert gab rotblühende Pflanzen mit doppeltem Makel. Wir haben also in diesem wie in dem ausführlich beschriebenen Versuch einen Parallelfall zu den Ergebnissen TSCHERMAKs[1]), der bei Kreuzung einer rotblühenden Svalöf-Erbse ohne Makel mit einer weißblühenden Viktoria-Erbse ohne Makel als Bastardpflanze eine rote Erbse mit Makel erhielt. In der zweiten Generation traten dort rotblühende Pflanzen mit Makel, rotblühende ohne Makel und weißblühende ohne Makel in einem Zahlenverhältnis von ungefähr 9 : 3 : 4 auf. Zur Erklärung nahm TSCHERMAK für das Zustandekommen des Makels zwei Faktoren, C und D, als notwendig an. Von diesen sollte der Faktor C mit dem Farbfaktor A, der die farbige Blüte der einen Sippe bedingt, absolut gekoppelt sein. Unter diesen Voraussetzungen muß nun in der zweiten Generation, obwohl hier drei Faktoren wirksam sind, ein dihybrides Spaltungsverhältnis auftreten. Analog dieser Deutung ließe sich das Verhalten der Blattachselzeichnung in der oben beschriebenen Kreuzung mit der Annahme erklären, daß das Merkmal: doppelter Makel bedingt würde durch zwei Faktoren, von denen der eine, nennen wir ihn M, mit dem Faktor für farbige Blüte absolut gekoppelt sei und für sich allein einfache Blattachselzeichnung bedinge, während der zweite Faktor für den doppelten Makel, V, den Charakter eines Verstärkungsfaktors habe. In diesem Falle würde die F_2-Generation der Kreuzung Wachsschwert × purpurvioletthülsige Erbse ein Spaltungsverhältnis 9 : 3 : 4 zeigen, nämlich 9 rotblühende Pflanzen mit doppeltem, 3 rotblühende mit einfachem und 4 weiße ohne Makel. In der Tat finden wir

1) E. TSCHERMAK, Bastardierungsversuche an Levkojen, Erbsen und Bohnen usw. Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererbungslehre, Bd. VII, 1912.

durch Auszählung der Versuche, in denen rot- und weißblühende Pflanzen auftraten, Zahlen, die diesem Verhältnis ungefähr entsprechen. Wir erhalten nämlich aus den Zahlen der Tabelle S. 45 nach Ausschluß der homozygotisch rotblühenden Pflanze 34.4 das Spaltungsverhältnis 115 : 34 : 37. Nun darf aber nicht übersehen werden, daß ein dihybrides Spaltungsverhältnis bei der vorliegenden Kreuzung, wie bei dem erwähnten Versuch TSCHERMAKs, auch dann auftreten muß, wenn das Vorhandensein bzw. die Ausbildung der Blattachselzeichnung nur durch einen Faktor bedingt wird. In beiden Versuchen ist ja außer dem Faktor für den Blattmakel auch noch ein Faktor für die Blütenfarbe im Spiele. Wenn nun der Zeichnungsfaktor nur bei dem Vorhandensein des durch den Farbfaktor erzeugten Anthocyans in die Erscheinung treten kann, so muß ebenfalls in der zweiten Generation das Verhältnis von 9 Pflanzen mit doppeltem: 3 Pflanzen mit einfachem Makel: 4 weißblühenden Pflanzen ohne Makel zu beobachten sein. Nehmen wir also an, daß in der Kreuzung „purpurvioletthülsige Erbse × weißblühende Wachsschwert“ die weiße Erbse den Faktor für doppelten Makel, nennen wir ihn X, besessen habe, während in der roten Erbse x die Ausbildung des einfachen Makels bedinge, so werden wir mit der Annahme, daß der besprochene Unterschied der Blattachselzeichnung ein unifaktorielles Merkmal ist, den in den Versuchen beobachteten Spaltungsverhältnissen gerecht, ohne daß die willkürliche Annahme einer absoluten Koppelung notwendig wäre.

Ob nun der Faktor, der die Art der Blattachselzeichnung bestimmt, den Charakter eines Modifikationsfaktors des Grundfaktors für Blattachselzeichnung überhaupt besitzt, oder ob eine Faktorenreihe von den rotblühenden makellosen Sippen zu der Entstehung der Sippen mit einfachem und weiter zu der von Formen mit doppeltem Makel führt, müssen neue Kreuzungsversuche mit makelfreien, rotblühenden Erbsen, die mir bislang noch nicht zur Verfügung standen, ergeben.

Sorau N.-L., September 1922.

8. J. Grüß: Über die Ligninsubstanz.

(Eingegangen am 8. November 1922. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Ein geeignetes Material zur Herstellung der Ligninsubstanz bildet die Papierfaser aus Holzschliff, die man durch Auswaschen mit verdünnter Natronlauge (4%) und durch Auskochen mit Wasser zu reinigen hat. Doch ist die Ausbeute viel geringer als aus Buchenholzspänen, die man noch einer zweiten Reinigung mittels Alkohols und Äthers unterwerfen muß.

Die aus der gereinigten Holzmasse durch Abspaltung mit Alkohol-Salzsäure gewonnene Substanz hat die Formel $C_{26}H_{46}O_{10}$, aus der sich folgende Werte ergeben: C = 60,2 %, H = 9 %, O = 30,8 %. Durch die Elementaranalyse wurden gefunden: C = 60 %, H = 10,5 %, O = 30 %.

Löslichkeit: Die Substanz stellt nach mehrmaliger Fällung aus Alkohol in Wasser ein schwach gelblichweißes Pulver dar; sie ist löslich in Alkohol, Chloroform und Azeton, unlöslich oder sehr schwer löslich in Äther, Benzol, Xylol und wie erwähnt in Wasser. Der Schmelzpunkt liegt bei 160°, wobei keine Zersetzung eintritt.

Da die Substanz durchaus nicht in Natriumbisulfitlösung lösbar ist und die SCHIFFsche Aldehydprobe negativ ausfällt, handelt es sich auch nicht um einen Aldehyd, und die Verbindung ist als Ligninester oder als Ligninalkohol zu bezeichnen.

Vergleich mit Coniferylalkohol: Dieser wurde dargestellt aus Emulsin und Coniferin und in Äther gelöst. Gibt man einige Tropfen dieser Lösung auf ausgespanntes Filtrierpapier und setzt nach dem Abdunsten ein wenig Salzsäure hinzu, so erhält man eine violettblaue Färbung. Hat man noch auf der Fläche einige Kriställchen Phloroglucin verteilt, so erscheinen an diesen Stellen rote Flecke.

Da der Ligninalkohol fast unlöslich in Äther ist, so muß man für die entsprechende Reaktion die alkoholische Lösung des Ligninalkohols verwenden. Wird damit der Versuch in der gleichen Weise durchgeführt, so tritt eine gelbbraune Färbung mit roten Flecken auf, dagegen keine Spur blau.

Reaktionen: Konzentrierte Schwefelsäure bringt mit der äthylalkoholischen Lösung des Ligninalkohols eine braunviolette

Färbung hervor. Der gleiche Farbenton stellt sich durch Coniferylalkohol mit Schwefelsäure ein.

Die Rotfärbung mit Phloroglucin und Salzsäure geschieht am leichtesten in alkoholischer Lösung.

In Alkalien löst sich der Ligninalkohol mit gelbbrauner Färbung. Fällt man alsbald mit Essigsäure, so erhält man weißliche Flocken, die mit Phloroglucin und Salzsäure noch rot werden.

Beim Kochen der alkalischen Lösung scheidet sich allmählich ein kristallinischer Niederschlag ab. Filtriert man diesen ab und fällt nun das Filtrat mit Essigsäure, so geben die Flocken nicht mehr die rote Phloroglucin-Salzsäurereaktion: Der Ligninalkohol ist gespalten worden, und der Benzolkern ist in den ausgefallenen kristallinischen Niederschlag übergegangen. Der andere Teil, mit Essigsäure ausgefällte Flocken, färbt sich mit Jod und konzentrierter Schwefelsäure schön rotviolett, wobei sie sich in eine zähflüssige Masse verwandeln.

Mit 1,5prozentiger Schwefelsäure längere Zeit unter dem Rückflußkühler erhitzt, trat keine Verzuckerung ein, aber die Flocken verfärbten sich schwach und wurden kristallinisch; sie lösten sich nun nicht mehr in Kalilauge und färbten sich auch nicht mehr wie vorher mit Jod und konz. H_2SO_4.

Diese Eigenschaft und der Ausfall der charakteristischen Färbung mit Orcin oder Resorcin in Verbindung mit HCl zeigen an, daß im Ligninalkohol Cellulosereste mit dem Benzolkern verbunden sind.

Farbenreaktionen.

In Salzsäure gibt der Ligninalkohol außer mit Phloroglucin noch zwei hervorstechende charakteristische Färbungen:

Mit Orcin tritt eine schön rötlichviolette Färbung ein.

Mit Resorcin erscheint eine bräunlichschieferblaue Tinktion, die allmählich in ein dunkles Graublau übergeht.

Mit Pyrrol wird die Flüssigkeit orange, übergehend in rotbraun und bei Zusatz von $KClO_3$ tief dunkelrot.

Mit Menthol: Ein unbestimmbares Braunviolett, ebenso mit α-Naphtol ein ähnlicher, mehr rötlicher Farbenton.

Mit Thymol: Die Färbung wird hellbraun und bei Zusatz von $KClO_3$ (zu der salzsauren Lösung) braun bis gelbbraun. Bei starkem Chloratüberschuß erhält man Gelb bis Grünlichgelb. Ebenso gibt Guajacol wechselnde Nüancen: Man beobachtet Grünlichgelb, welches allmählich violett wird und bei Zusatz von $KClO_3$ rot.

Mit Pyrogallol: Eine violette Färbung.

Die nun folgende Reaktion ist die wichtigste: Man löst einige Milligramm des ausgefällten Ligninalkohols in abs. Alkohol und etwa die doppelte Menge Brenzkatechin, dann übersäuert man mit Salzsäure und schichtet diese Lösung auf konzentrierte Schwefelsäure; alsbald erscheint an der Berührungsfläche eine braunviolette Färbung, die in ein schönes Amethystviolett übergeht.

Führt man die gleiche Reaktion aus, aber setzt für den Ligninalkohol Coniferin, so wird die Färbung violettorange, und nimmt man Vanillin, so erhält man ein schönes Rosenrot. Diese drei Färbungen sind wohl unterscheidbar; andrerseits zeigt sich darin aber eine Verwandtschaft dieser 3 Körper.

Nachweis der Verholzung.

Die eben erwähnte Brenzkatechinreaktion benutze ich, um chemisch die Verholzung nachzuweisen: Einige Gramm fein zerschnittenes Zeitungspapier wird mit rauchender Salzsäure durchfeuchtet, mit der doppelten bis dreifachen Menge Alkohol übergossen und einige Minuten auf dem Siedepunkt erhalten. Diese Versuchslösung, zu der man ein wenig Brenzkatechin hinzufügt, wird über konzentrierte Schwefelsäure aufgeschichtet; sogleich wird die Berührungsfläche braunviolett, und es breitet sich eine schöne Amethystfärbung aus.

Ein anderer Teil der Versuchslösung wird in eine Küvette gefüllt, dann setzt man etwas Phloroglucin hinzu, wodurch die Rotfärbung eintritt. Wir bringen nun die Lösung vor den Spektralapparat und beobachten, daß Violett, Blau und Grün zurückgehalten wird, etwa bis zu dem Skalateilstrich 4,5. Mit dem folgenden Teilstrich 5 beginnt im Spektrum Grün. Es wird also alles rote und gelbe Licht von 1 bis 4,5 durchgelassen. Die Voraussetzung ist, daß die Lichtintensität auf die Konzentration der Lösung eingestellt ist. Bei schwacher Konzentration muß also die Lichtquelle verringert werden.

Nach dieser Methode gelang der Nachweis des Lignins in einer Keuperkohle. Herr Professor GOTHAN überließ mir freundlichst eine Kohle aus der Sammlung des Palaeobotanischen Instituts. Sie stammte aus dem Keuper von Ponoschau, O.-Schl., und enthielt Araucarioxylon mit gut erhaltenen Merkmalen. Die fein pulverisierte Substanz blieb zur Herauslösung der Huminstoffe unter öfterem Umschütteln 48 Stunden in 4prozentiger Natronlauge stehen und wurde dann nach Auswaschen derselben mit Alkohol-Salzsäure unter dem Rückflußkühler solange erhitzt, bis die Lösung anfing bräunlich zu werden. Damit wurden 2 Küvetten angefüllt,

zu deren einer etwas Phloroglucin gesetzt wurde: Der Unterschied in der Absorption des kurzwelligen Lichtes trat deutlich und zweifellos hervor. Auch die zweite Reaktion fiel positiv aus: Die mit Brenzkatechin versetzte Versuchslösung wurde über konzentrierte Schwefelsäure aufgeschichtet; bald breitete sich aus der braunviolett gefärbten Berührungsfläche die amethystfarbige Zone aus. Die Ponoschauer Keuperkohle mußte somit Lignin enthalten, woraus ich die wichtige Schlußfolgerung machen konnte, daß Oxydationsprozesse bei der Verkohlung nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Über anderweitige Färbungen ist noch folgendes zu berichten: MILLONs Reagens färbt den frisch gefällten Ligninalkohol schwach rot; die Färbung ist weniger intensiv als die des Eiweiß.

Die Thallinbase wird mit Ligninalkohol gelb.

In einer Lösung von Neutralrot und Aluminiumacetat speichert der Ligninalkohol wie die Holzfaser selbst diesen Farbstoff lebhaft und färbt sich rot. Ebenso wird Congorot, aber etwas schwerer und langsamer einer Farblösung entzogen, die im entsprechenden Maße heller wird; noch viel weniger wird Tropaeolin angenommen, und eine Fuchsinlösung wird entfärbt, ohne daß die Färbung auf den Niederschlag übergeht. Ebenso wird Cyanin aus einer mit Wasser verdünnten Acetonlösung nicht aufgenommen. Die wichtigste Reaktion ist diejenige des Ligninalkohols mit Vanadylphosphat. Zu der Lösung dieses Salzes in Wasser setzt man die alkoholische Lösung des Ligninalkohols, so daß das Salz im Überschuß ist. Nachdem der gelbbraune Niederschlag ausgefallen ist, setzt man etwas Phosphorsäure hinzu, wodurch sich das überschüssige Salz leicht löst. Nach dem Erwärmen ballt sich der flockige Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnig kristallinisch erscheint.

Der Ligninalkohol verhält sich genau so wie die Holzfaser selbst. Bringt man einige Körnchen auf den Objektträger und setzt einen Tropfen Vanadylphosphatlösung mit überschüssigen Kriställchen hinzu, so sieht man diese allmählich da verschwinden, wo sie sich zusammenbefinden mit den Massenteilchen des Ligninalkohols, die sich bei diesem Vorgang verfärben. Der entstandene neue Körper besitzt ein anderes Lösungsvermögen gegen Alkohol und Chloroform.

0,092 g dieser Substanz = 0,0054 g Vd_2O_5 oder 5,7%. Mit Phloroglucin und Salzsäure erhält man eine Rotfärbung, die gelb abgetönt ist. Da auch die Formel $(C_{26}H_{45}O_{10})\,Vd_3$ = 5,7% Vd_2O_5 ergibt, ist das Vanadin in das Molekül eingetreten und die Be-

zeichnung Vanadylligninester zutreffend. Dieser Körper löst sich in Rubidiumlauge, aus der er anscheinend wieder auskristallisiert. In Kiefernholz ist die Substanz, welche den Ligninalkohol liefert, ungleich verteilt, und zugleich ergaben die Aschenanalysen, daß nur geringe Mengen Vanadinsäure von der Holzzellwand aufgenommen werden. Die folgenden Holzproben waren mit Vanadylphosphat gefärbt, mit Wasser bis zur Entfernung der sauren Reaktion ausgewaschen und dann verascht worden.

0,644 g	Holz, gefärbt,	=	0,0009 g Vd_2O_5	= 0,14%
0,856 g	„ „	=	0,0017 g Vd_2O_5	= 0, 2%
1,013 g	„ „	=	0,0004 g Vd_2O_5	= 0,04%
0,701 g	„ „	=	0,0008 g Vd_2O_5	= 0,11%

Nach obiger Bestimmung (5,7 % Vd_2O_5) waren daher in diesen Holzmengen 1 bis 3,4 % Vanadylligninester. Rechnet man hiervon die Vanadinsäuremenge ab, so erhält man für die das Vanadylphosphat aufnehmende Ligninsubstanz (als Ligninalkohol berechnet) den durchschnittlichen Betrag von 2,1% und als höchsten Wert 3,3%.

Dies stimmt ungefähr mit CZAPEKs Angaben überein, wonach der Ligninaldehyd oder Hadromal, wie er vom Autor genannt wurde, nicht 1 bis 2% der Trockensubstanz des Holzes übersteigt. Es sei hier noch erwähnt, daß Vanadylphosphat sehr leicht mit dem Ligninaldehyd reagiert, den ich nach CZAPEKs Vorschrift durch Behandlung von Kiefernholz mit Zinnchlorür zu erhalten suchte. Doch war die Substanzmenge zu gering und nicht rein genug, so daß ich davon Abstand nahm, eine Aschenanalyse zu machen. Vanadylphosphat reagiert auch mit anderen Aldehyden wie Benzaldehyd, Äthylaldehyd, Salicylaldehyd etc.

Schließlich blieb noch übrig, die Alkoholnatur der Substanz nachzuweisen: Eine kleine Menge derselben wurde 2 bis 3 Tage mit konzentriertem H_2O_2 abwechselnd im Sonnenlicht und bei mäßiger Wärme digeriert. Die filtrierte Lösung gab mit CuO ein bläulichgrünes Salz, das ligninsaure Kupfer, welches in der folgenden Abhandlung näher charakterisiert wird.

9. J. Grüß: Die Oxydation des Ligninalkohols zu Ligninsäure und das Vorkommen der Ligninsäuren in der Natur.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 8. November 1922. Vorgetragen in der Dezembersitzung).

Tracheidenzellen aus Kiefernholz wurden mit Perhydrol (Präparat MERK) angefeuchtet und unter schwacher Erwärmung solange gehalten, bis die Flüssigkeit abgeraucht worden war. Unter dem Mikroskop zeigten sich nun die Holzwandungen mit Kriställchen bedeckt, während Phloroglucin und Salzsäure anzeigten, daß das Lignin fast ganz verschwunden war. Es waren meist kleine vierseitige Säulen, die häufig an beiden Enden mit vierseitiger Pyramide endigten.

Um diese Kristalle näher untersuchen und vergleichen zu können, mußte ich zur Darstellung der Ligninsäure schreiten.

Weißes Holzschliffpapier wurde längere Zeit mit Wasser ausgekocht, dieses dann abgepreßt und die Masse getrocknet. Diese Substanz gab mit Phloroglucin und Salzsäure eine intensive Rotfärbung. Sie wurde mit rauchender Salzsäure durchfeuchtet und dann in dem doppelten Volum Alkohol unter dem Rückflußkühler solange erhitzt, bis sich eine leichte Verfärbung zeigte. Nun wurde die abgenommene und abgepreßte Lösung mit Wasser ausgefällt, der Niederschlag gesammelt und abermals in Alkohol gelöst und gefällt. Dadurch wurde nach dem Abdunsten ein fast weißes, feinkörniges Präparat erhalten, welches mit Phloroglucin und Salzsäure die rote Reaktion sehr energisch gab und ebenso die von mir ausgeführte Färbung mit Salzsäure Brenzkatechin über konzentrierter Schwefelsäure.

Dieses Ligninpräparat wurde fortgesetzt zwischen 60 und 70° mit Perhydrol erhitzt, wobei man darauf zu achten hat, daß die Sauerstoffentwicklung nicht zu stürmisch erfolgt, da sonst eine Verbrennung stattfinden kann. Auf diese Weise erhielt ich eine gelbliche Lösung, die nach Verdünnung mit Wasser und Kupferoxyd und dann mit Kupferoxydul solange versetzt wurde, bis keine Sauerstoffentwicklung mehr stattfand. Cu_2O bringt das noch freie H_2O_2 zum Zerfall. Die grüne Lösung ging nun zweimal durch den Dialysator und wurde mehrmals umkristallisiert. Dadurch wurden zwei Salze er-

halten: ein leicht- und ein schwerlösliches, deren auf dem Objektträger ausgeschiedene Kristalle in Fig. 1 und 4 dargestellt sind.

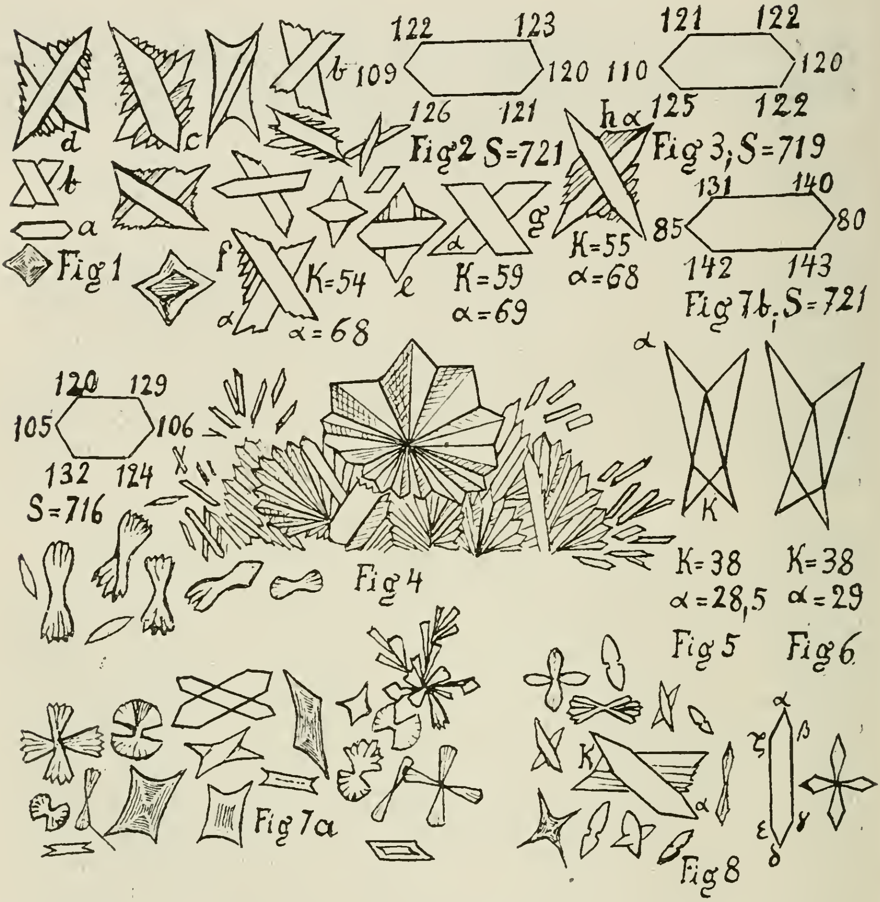


Abb. 1.

Fig. 1. α-Ligninsaures Kupfer. Vergr. 90 fach. K bedeutet den Kreuzungswinkel. — Fig. 2. Ein einzelner Krystall mit den ausgemessenen Winkeln unter Zeiss E. Okul. II. — Fig. 3. Wie vorher. — Fig. 4. β-Ligninsaures Kupfer — das schwer lösliche Salz. Vergr. 90 fach. — Fig. 5. Ein Zwillingskristall des α-ligninsauren Kupfers unter Zeiss E, Okul. II. — Fig. 6. Ein ebensolcher Krystall, dessen Ligninsäure aus dem Extrakt eines mit *Polyporus pinicola* durchwucherten Holzes gewonnen wurde. — Fig. 7. Mykoligninsaures Kupfer. Fig. 8. Wie vorher; die aus einem verpilzten Holz gewonnene Ligninsäure wurde mit H_2O_2 oxydiert: Oxymykoligninsaures Kupfer.

Das α-Kupferligninat kristallisiert in länglichen, rautenförmigen Täfelchen, die durch Zuschärfung an beiden Enden in sechseckige Plättchen übergehen. (Vgl. Fig. 1a, Fig. 2 und Fig. 3.)

Alle diese Kristalle zeigen eine große Neigung zur Zwillingsbildung. Die Plättchen kreuzen sich dadurch und geben die unter Fig. 1b abgebildeten Kristallformen; ebenso verhalten sich f und g. An die sich kreuzenden Platten legen sich parallel zur Längsachse immer kleiner werdende Kristalle, wie aus c und d zu ersehen ist. Die Kristallgrenzen können dabei fast verschwinden, so daß eine viereckige Kristallform mit vorspringenden Ecken entsteht: Fig. 1e. Wie dieselben entstehen, ist aus 1f und h ersichtlich.

Zwei sechsseitige Kristallplättchen sind, wie dies in Fig. 2 u. 3 angegeben ist, unter Objektiv Zeiß E, Okular II, ausgemessen. Die betreffenden Winkel sind: 109° (110°) — 122 (121) — 123 (122) — 120 (120) — 121 (122) — 126 (125). Der Fehler für die Messung der 6 Winkel von Fig. 2 beträgt: + 1°, derjenige der Fig. 3: — 1°.

Der Kreuzungswinkel der Zwillingskristalle ist weit schwerer zu messen. Die eine Fehlerquelle besteht darin, daß ihre Schenkel mit den Achsen des Fadenkreuzes nicht immer genau parallel gerichtet werden können. Ein anderer Fehler kann dadurch entstehen, daß die Kreuzungswinkel nicht gleichmäßig in der horizontalen optischen Beobachtungsebene (dem Gesichtsfeld) liegen. Der Kreuzungswinkel wurde aus 27 Abmessungen mit 41° als Durchschnittswert bestimmt. Einzelkristalle, die rautenförmig und gut ausgebildet sind, kommen nur selten vor und sind dann klein. Unter starker Vergrößerung ist der spitze Rautenwinkel mit 64,5° als Durchschnittswert von 4 Messungen bestimmt worden.

Die in Fig. 4 dargestellten, schwerlöslichen Kristalle haben große Neigung zur Rosettenbildung, besonders am Rande des Probetropfens. Ferner bilden sie häufig garbenförmige Doppelbündel (links unten), die durch Ausfüllung zu sechseckigen Plättchen auswachsen können. Ein solcher Kristall ergab folgende Winkel: 105°, 120°, 129°, 106°, 124°, 132°, deren Messungsfehler — 4° betrugen.

Mit Hilfe dieser Winkelmessungen gelang es, die Ligninsäure in der Natur aufzuspüren; sie wurde in faulem Eichenholz aufgefunden, welches durch *Polyporus versicolor* zerstört worden war. Das morsche Holz wurde getrocknet, pulverisiert und mit CuO verrieben. Dieses Gemenge wurde mit heißem Wasser ausgelaugt. Nachdem das Filtrat zweimal durch den Dialysator gegangen war, wurde es mehrmals umkristallisiert. Auch der Extrakt aus Kiefernholz, das mit *Trametes radiciperda* durchwuchert war, lieferte die gleichen Kristalle.

Die so gewonnenen Kristalle erwiesen sich als das leicht-

lösliche Salz (Fig. 1), α-ligninsaures Kupfer, und es wurden die gleichen Formen erhalten wie in Fig. 1: also kleine Rauten, längliche Sechsecke, viereckige Plättchen mit vorspringenden Ecken und schließlich die charakteristischen Zwillinge mit den sich ihnen anlagernden Kriställchen. Um jedoch die Identität der künstlichen und der Extrakt-Kristalle ganz sicherzustellen, wurden noch zwei Zwillingspaare ausgemessen. Gemäß den obigen Ausführungen lassen sich die Kristallwinkel nur dann vergleichen, wenn die beiden Zwillinge die gleiche Lage zur horizontalen optischen Beobachtungsebene haben. Das Kriterium hierfür ist der Kreuzungswinkel: nur wenn dieser in beiden Fällen der gleiche ist, können die Kristalle ausgemessen werden. In Fig. 5 ist ein Zwilling des künstlichen α-ligninsauren Kupfers unter dem Objektiv Zeiß E, Okular II, mit dem Kreuzungswinkel 38 ° dargestellt und in Fig. 6 ein ebensolcher Doppelkristall mit dem gleichen Kreuzungswinkel. Der spitze Rautenwinkel α beträgt für künstlichen Zwilling 28,5 °, für den aus dem Extrakt gewonnenen 29 °. Da der Fehler für die Winkelmessung bei einer zweimaligen Parallelstellung — Schenkel und Achsen des Fadenkreuzes — nur 0,5 ° ausmacht, so können wir wohl die beiden Zwillingspaare als identisch ansehen.

Dazu kommt noch, daß die Auslöschungswinkel der beiden Salze fast übereinstimmen. Für das künstliche α-ligninsaure Cu ist der (grade) Auslöschungswinkel als Durchschnitt von 7 Messungen mit 36,9 ° festgestellt worden, für das aus dem Extrakt hergestellte Salz wurde als Durchschnitt von 2 Messungen 36 ° ermittelt. Der spitze Rautenwinkel α des künstlichen Zwillingspaares wurde mit 28,5° und der des andern mit 29° bestimmt. Danach besteht kein Zweifel, daß die beiden Salze identisch sind, und daraus folgt, daß holzbewohnende Pilze die Ligninsubstanz abspalten und mittels ihrer Oxydase zu Ligninsäuren oxydieren können.

Daß Pilze die Ligninsubstanz oxydieren können, ist von mir in einer Arbeit über Cytase ausführlich beschrieben worden, die in ABDERHALDENs Handbuch der Arbeitsmethode, 2. Ausgabe, noch erscheinen soll. Die Versuche wurden im hängenden Tropfen ausgeführt und ergaben, daß die Ligninsubstanz unter dem Einfluß der Pilzsekrete schwindet, d. h. oxydiert wird. Diese Säurebildung wurde bewirkt durch *Trametes radiciperda, Irpex fuscoviolaceus,* ferner durch einen aus faulem Holz isolierten Coccus und ebenso durch einen gleichfalls aus faulem Holz stammenden Bazillus, der charakteristische wellenförmig verlaufende Ketten bildet, und den ich *B. lignipestis* nannte.

Die beiden Ligninsäuren (α und β) geben noch eine chemische Reaktion: man erhält mit Brenzkatechin in salzsaurer Lösung über

konz. Schwefelsäure die Amethystfärbung mit Übergang nach oben in Gelb. Die Intensität der Färbung ist aber geringer als die der Ligninmuttersubstanz. Mit dieser Reaktion und mit der Kristallform des Kupfersalzes ließ sich die Ligninsäure noch in einer Kohle aus dem Rhät-Lias von Kipfendorf bei Koburg nachweisen.

Im Bereich der Pflanzenwelt wurde noch eine andere Ligninsäure aufgefunden, und zwar in Kiefernbaumstümpfen, die mit *Trametes radiciperda*, *Polyporus*-Arten, Bakterien u. a. stark infiziert waren. Die Darstellung war wie vorher angegeben: Das mürbe, getrocknete Holz wurde pulverisiert, mit CuO ausgekocht und das Filtrat zweimal dialysiert, dann mehrmals umkristallisiert. Die Kristalle sind in Fig. 7a und b abgebildet. Dieses Salz hat große Ähnlichkeit mit dem β-ligninsauren Kupfer (Fig. 4): kurzgestielte Doppelbüschel garbenförmige Aggregate, die in viereckige, etwas abgerundete Plättchen übergehen oder zu gestreckten Sechsecken auswachsen (Fig. 7b, stark vergrößert). Die garbenförmigen Büschel kreuzen sich häufig und bilden durch wiederholte Kreuzung auch Rosetten. Die Löslichkeit des Salzes ist aber eine andere, und die Ausmessung eines Kristalles (Fig. 7b) ergab ganz andere Werte: 85^0, 131^0, 140^0, 80^0, 143^0, 142^0 (Fehler: Die Summe aller Winkel betrug 721^0 statt 720^0). Mit Brenzkatechin in salzsaurer Lösung über konz. Schwefelsäure erhält man die Amethystfärbung mit Übergang in Gelb nach oben wie bei der α- und β-Ligninsäure. Schließlich kam auch der Auslöschungswinkel eines Kristalls nahe an 36^0. Wegen der abweichenden Eigenschaften habe ich diese Säure als Mykoligninsäure bezeichnet.

Durch Oxydation mit H_2O_2 geht die Mykoligninsäure in die Oxymykoligninsäure über, deren Kupfersalzkristalle in Fig. 8 abgebildet sind. Diese stimmen fast überein mit den in Fig. 1 dargestellten Kupferligniatkristallen, besonders wenn man die Zwillingspaare k Fig. 8 und d Fig. 1 vergleicht. Der Kreuzungswinkel k Fig. 8 wurde mit 41^0 bestimmt, und so groß ist auch der durchschnittliche Kreuzungswinkel der α-Ligninate. Der zu k gehörige spitze Rautenwinkel wurde mit 32^0 gefunden. Den gleichen Wert hatte der entsprechende Winkel Fig. 1d und der mit Schwierigkeit gemessene Kreuzungswinkel dieses Paares $= 39^0$. Übereinstimmend sind ferner die charakteristischen viereckigen Plättchen mit den vorspringenden Winkeln.

Die Ausmessung des Einzelkristalls Fig. 8 ergab folgende Werte: $\alpha = 36^0$, $\beta = 154^0$, $\gamma = 157^0$, $\delta = 41^0$, $\varepsilon = 163^0$, $\zeta = 167^0$ (Fehler für die Summe $= - 2^0$, statt 720^0 nur 718^0); doch war fraglich, ob die Kristallebene der optischen Beobachtungsebene parallel lag.

Danach gehören die unter Fig. 8 abgebildeten Kristalle sehr wahrscheinlich zwei Säuren an: Der α-Ligninsäure mit dem Kreuzungswinkel 54—59° und dem spitzen Rautenwinkel 68—69° (s. Fig. 1, f, h und g); dazu würden auch die viereckigen Plättchen e gehören. Die übrigen Kristalle würden dann der Oxyligninsäure entstammen.

Unter dem Mikroskop kann man die Ligninsäuren in kleinen Kristallen aus der Wandung der Tracheidenzelle (Kiefer) außerhalb und im Innern des Lumens erhalten. Die mit Alkohol-Äther ausgewaschenen Holzzellen werden mit H_2O_2 (Perhydrol—MERCK) mehrmals angefeuchtet, wonach man das Wasser langsam abdunsten läßt. Man beobachtet folgende Kristallformen: Sechseckige, gezonte Täfelchen, quadratische Säulen mit aufgesetzten Pyramiden, rautenförmige Plättchen, die durch Zuschärfung in längliche Sechsecke übergehen. Diese können durch Abrundung der Ecken linsenförmig erscheinen; sie bilden ferner durch Kreuzung Zwillinge und Drillinge und durch mehrmalige Wiederholung zierliche Sternchen. Andere Plättchen haben die Form fast von Rechtecken mit den Diagonalen (entstanden aus ganz flachen Pyramiden). Diese Kristalle bilden kurze, sich kreuzende Ketten, deren Endglieder vielfach größer sind als die verbindenden Mittelglieder. Endlich kann man noch Sphaerite und Doppelsphaerite beobachten.

Wenn man aus der Holzfaser nicht durch sorgfältige Auswaschung mit Alkalien das Holzgummi (resp. die Hemicellulosen) entfernt hat, so können noch als Oxydationsprodukte desselben zwischen den Ligninsäurekristallen eingestreut kleine Octaeder erhalten werden.

Die Zunahme der Säurebildung mit fortschreitender Holzfäule ist von WEHMER[1]) beobachtet worden. Einen Teil dieser Säure machen die Ligninsäuren aus, ein anderer Teil wird von den Pilzen selbst ausgeschieden, und schließlich können die Hydrolysationsprodukte der dem Holz eingelagerten Gummistoffe und Hemicellulosen in Säuren übergehen.

Die Formel des leichtlöslichen Kupferlignats ist

$$C_7H_{14}O_5Cu \cdot 5\ H_2O;$$

0,434 g Substanz, aus gereinigter Papiermasse dargestellt, ergaben: 0,108 g C, 0,083 g Cu, 0,031 g H, 0,212 g O. Das sind: 24,82% C, 19,1% Cu, 7,2% H, 48,4% O. Nach der Formel werden berechnet: 25,3% C, 19,1% Cu, 7,2% H, 48,4% O.

1) Diese Berichte: 32, pag. 601.

10. E. Heinricher: Einiges zur Kenntnis der Blüten von Dimorphotheca pluvialis (L.) Mnch.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 4. Oktober 1922. Vorgetragen in der Januarsitzung 1923.)

Von den Blüten und Blütenständen dieser schönen, den Calenduleae angehörigen Komposite sind mehrere Besonderheiten in der Literatur hervorgehoben. Diese sind: 1. Nach CASSINI[1]) und den späteren Angaben anderer Autoren wäre die Infloreszenz von *Dimorphotheca* aus weiblichen Strahlblüten und aktinomorphen Scheibenblüten aufgebaut, von denen die peripheren zwitterig, die zentralen aber männlich sein sollen. Ich werde zeigen, daß letztere Angabe nicht zutrifft und irrig ist. 2. Ist *Dimorphotheca* durch die völlige gestaltliche Verschiedenheit der aus den weiblichen Blüten hervorgehenden Früchte von jener der Zwitterblüten bekannt. 3. Zeigen die Blütenkörbchen periodische Schlafbewegungen, die in die Gruppe jener gehören, welche LINNÉ als meteorische bezeichnet hat. Über die Schlafbewegungen will ich in einer eigenen Abhandlung eine Reihe durchgeführter Versuche schildern, hier aber nur hervorheben, daß sich die Bewegungen deutlich als thermonastische erwiesen.

Nicht beachtet scheint aber bisher das ganz eigenartige Austreten des Pollens aus der Antherenröhre bei *Dimorphotheca* geblieben zu sein, und will ich zunächst darüber berichten. HILDEBRAND hätte in seiner ausführlichen schönen Studie „Über die Geschlechtsverhältnisse bei den Kompositen"[2]) sicher die Verhältnisse erwähnt, wenn sie ihm bei einer Komposite begegnet wären. Er, allerdings, hat *Dimorphotheca* nicht untersucht, geht aber auf sie, wie später auszuführen sein wird, auf Grund der Angaben von CASSINI ein und würde dieser Art der Pollenentleerung auch sicher Erwähnung getan haben, wenn bei CASSINI darüber etwas gesagt wäre. HILDEBRAND berichtet über die Pollenentleerung der Kompositen

1) „Opuscules phytologiques" I u. II, Paris 1826—34. Trotz mehrfacher Bemühung konnte ich die Originalabhandlung CASSINIs nicht einsehen und kann mich deshalb nur an die Angaben halten, die, *Dimorphotheca* betreffend, HILDEBRAND a. a. O. bringt.

2) Verh. d. kais. Leop.-Carol. d. Akad. d. Naturforscher, Dresden 1870, 35. Bd. (104 S., 6 Taf.).

allgemein mit folgenden Worten: „Beim Öffnen der Blüte verlängert sich der Griffel und fegt den Pollen aus den Antherenröhren hinaus, diesen Pollen entweder in wurmförmigen Massen aus dem oberen Loche der Antherenröhre vor sich herstoßend oder ihn zwischen den fegenden Haaren auffangend.“

Auch bei *Dimorphotheca* stellt der Griffel den Fegeapparat dar. Das Besondere aber ist, daß der Pollen in fünf

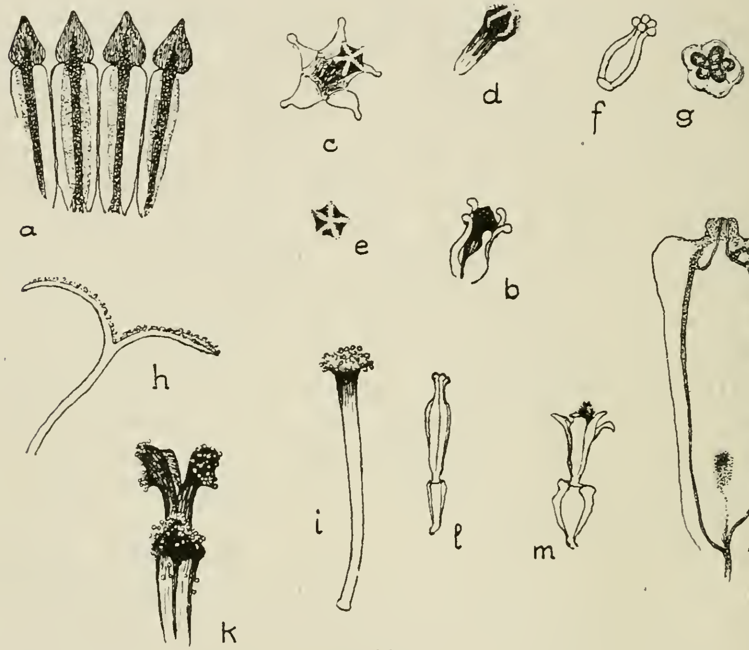


Abb. 1

radialen, mit den Antheren alternierenden Streifen hervortritt. Das kommt dadurch zustande, daß die Konnektivanhängsel, die den Kompositen-Antheren allgemein eigen, bei *Dimorphotheca* besonders groß sind (vgl. Abb. 1, a, Vergr. 10), und zunächst in der geöffneten Blüte die Antherenröhre oben vollständig überdachen (Abb. 1, b). Die Antherenkeule und diese Decke erscheinen ob des reichen Anthokyangehaltes im Zusammenwirken mit den in den Zellen reichlich vorhandenen gelben Chromoplastiden dunkelbraun oder schwarzviolett, und hebt sich dann der die Anhängseldecke lüftende, durch den Fegeapparat hervorgestoßene Pollen infolge seiner leuchtendgelben Farbe in wunder-

voller Weise von dem dunkeln Untergrunde ab. Die Skizzen Abb. 1, c (Blick in eine Zwitterblüte), d (die Antherenkeule seitlich gesehen), e (Aufsicht auf die Antherenkeule), alle bei 3—4facher Vergrößerung gezeichnet, versuchen das wiederzugeben. Die Plastik dieser hervorquellenden Pollenmassen ist so groß, daß eine große Ähnlichkeit mit einer fünfstrahligen Narbe besteht[1]). Mit der Verlängerung des Griffels mehrt sich die Pollenmasse, doch bleibt die regelmäßige Anordnung meist erhalten, geht aber durch den sehr regen Insektenbesuch auch häufig verloren. Außer den vielen Hymenopteren und Dipteren, welche die Blüten besuchen, wimmelt es in den Blütenkörbchen von Blasenfüßern.

Der Pollenvorrat der Blüte wird so bei *Dimorphotheca* mit der sukzessiven Verlängerung des Griffels allmählich entleert; man könnte von einer ökonomischen Preisgabe desselben sprechen, wenn die Überfülle an Pollen eine solche Ökonomie notwendig erscheinen ließe. Ich wende mich nun zur Frage:

Sind die Blüten eines Körbchens wirklich trimorph, sind die zentralen tatsächlich männlich?

Eine solche Angabe scheint zunächst auf CASSINI zurückzureichen, doch für eine andere *Dimorphotheca*-Art, *D. fruticosa*, behauptet worden zu sein. HILDEBRAND sagt a. a. O. S. 89: „Leider war, wie schon einmal bedauert, keine Gelegenheit vorhanden, die von CASSINI beschriebene *Calendula fruticosa*[2]) zu untersuchen, sonst würde sich vielleicht ein Fall haben konstatieren lassen, wo die Randblüten des Köpfchens weiblich, die zentralen männlich und die dazwischen liegenden zwitterig sind; das Aufsuchen eines solchen höchst interessanten Falles wäre sehr wünschenswert."

1) HILDEBRAND sagt S. 7: „In seltenen Ausnahmen ist die Griffelspitze (bei *Taraxacum*) auch dreischenkelig, was CASSINI auch von *Scorzonera* und *Tragopogon pratense* anführt und wodurch eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Griffel der Campanulaceen hervorgebracht wird." Ihm waren mehr als dreiteilige Griffelendigungen sohin nicht bekannt. Hingegen findet sich in der Bearbeitung der Kompositen HOFFMANNS (ENGLER, Pflanzenfam., IV. Th., Abt 4 u. 5. Leipzig 1897) auf S. 106: „Der Gr. ist meist mehr oder weniger tief in 2 Schenkel gespalten, abnorm nicht selten in 3, sehr selten (nach BAILLON) in 4 oder 5, welche dann mit den Stb. abwechseln." Ich konnte die betreffende Angabe B.s nicht finden. Wäre sie auf *Dimorphotheca* bezogen, könnte man auf eine Verwechslung mit den 5 austretenden Pollenstreifen denken. Dem steht aber entgegen, daß nach PENZIG (Pflanzenteratologie, I. Aufl., II. Bd., S. 56) „relativ häufig und in allen Tribus der Kompositen, Blüten mit 3—5 Narben gefunden worden sind". 5 Griffelschenkel finden sich für Arten der Gattungen *Eupatorium*, *Pulicaria*, *Spilanthes*, *Leontodon* angegeben.

2) *Calendula fruticosa* = *Dimorphotheca fruticosa*, *C. pluvialis* = *D. pluvialis*.

Aus einer anderen Stelle (HILDEBRAND S. 83): „Interessant ist in gleicher Weise das Verhältnis, wie es CASSINI von *Calendula pluvialis* angibt, wo die den weiblichen Randblüten zunächststehenden männlichen einen ausgebildeten Fruchtknoten mit einer Samenknospe haben sollen, während die mehr im Zentrum stehenden einen viel kleineren Fruchtknoten ohne Samenknospe besitzen", geht hervor, daß CASSINI alle Scheibenblüten der *D. pluvialis* als männlich[1]), mit abgestufter Rückbildung der weiblichen Organe angesehen hat. Ich glaube aber bei HILDEBRAND einigen Zweifel an den Angaben CASSINIs bezüglich der *D. fruticosa* herauszufühlen, wofür auch seine Äußerung auf S. 82 spricht: „da bei keiner Komposite, so viel mir bekannt, wo männliche Blüten sich finden, auch zwitterige zur Vergleichung vorkommen".

Eine den Angaben CASSINIs für *D. fruticosa* teilweise entsprechende für *D. pluvialis* liegt aber aus neuerer Zeit vor. C. CORRENS sagt in seiner Abhandlung „Ein Vererbungsversuch mit *Dimorphotheca pluvialis*"[2]): „*D. pluv.* ist also eigentlich gar nicht gynomonöcisch, sondern trimonöcisch" und gibt das folgende Schema eines radialen Schnittes durch das Köpfchen: ♀ ⚥ ♂ ⚥ ♀[3]).

Es ist bekannt, daß in allen männlichen Blüten der Kompositen der weibliche Apparat nie vollständig verschwunden ist, sondern zum mindesten der Griffel als tauglicher Fegeapparat, der den Pollen aus der Antherenröhre herauszustoßen hat, für diese Funktion tauglich erhalten bleibt. Es konnte also meine ursprünglich den Angaben folgende Auffassung der zentralen Blüten als dem Geschlecht nach männlich, dadurch nicht erschüttert werden, daß ich den aus einer zentralen Blüte der

1) Was für die peripheren Scheibenblüten schon längst als nicht zutreffend erkannt ist.

2) Ber. d. D. Botan. Ges., 1906, Bd. 24, S. 164.

3) In der Fußnote 2 S. 164 heißt es: „Die beiden wichtigsten neueren Arbeiten über die Geschlechterverteilung der Kompositen, jene von HILDEBRAND und von UEXKÜLL-GYLLENBRAND, behandeln unsere Gattung nicht; die Blütenverhältnisse sind aber in der systematischen Literatur richtig angegeben." Es stimmt, daß HILDEBRAND *Dimorphotheca* selbst nicht untersucht hat, daß er aber auf sie mit Bezug auf die Angaben CASSINIs eingeht, lehren die von mir gebrachten Zitate.

O. HOFFMANN, in seiner Bearbeitung der Kompositen in ENGLERs „Pflanzenfamilien" (IV. Th., 1897, S. 306), sagt in der Diagnose der Gattung *Dimorphotheca*: „Scheibenbl. . . . . . die äußeren oder seltener alle fruchtbar, seltener sämtlich unfruchtbar." Auf Grund der Ergebnisse, welche meine nachfolgend mitgeteilten Untersuchungen von *D. pluv.* zeitigten, wird eine neuerliche Prüfung der *Dimorphotheca*-Arten wünschenswert erscheinen.

Antherenröhre entnommenen Griffel sehr kräftig entwickelt fand (vgl. Abb. 1, i, Vergr. 10 f.). Zum Vergleich sind in h auch der Griffel einer Randblüte und in i der aus der Antherenröhre hervorgetretene Griffel einer peripheren Scheibenblüte im weiblichen Stadium bei gleicher Vergrößerung wiedergegeben.

Zweifel an dem männlichen Charakter der zentralen Blüten kamen mir erst, als ich, besonders im Anfang der Blütezeit — (die Pflanzen standen dicht in einem Beete von etwa gut ½ □m Fläche) —, auch bei den zentralen, also allen, Blüten den Griffel mit zweischenkliger Teilung durchgewachsen sah. Auf der andern Seite allerdings ist es häufiger, daß sich die zentralen Blüten überhaupt nicht öffnen. Die Endigungen der Perianth-Zipfel gehen in eine röhrige knöpfchenförmige Anschwellung aus, die bei geschlossener Korolle wie ein Krönchen erscheint (Abb. 1, f, Vergr. 3—4 f.). In den zentralen Blüten ist das Krönchen oft Anthokyan führend, im Zusammenwirken mit gelben Plastiden in den Zellen kommt eine braunviolette Tönung zustande, und der Luftgehalt im Innern der Knöpfchenhöhlung führt zum Erscheinen von Glanzlichtern, was Abb. 1, g, in Aufsicht auf das Krönchen zur Anschauung zu bringen sucht (Vergr. 10 f.).

Wenn diese Blüten sich nicht öffnen, so kommt natürlich auch ihr Pollenvorrat nicht zur Funktion. Mir kam der Gedanke, es könnte sich bei ihnen auch um Zwitterblüten handeln, die unter Konkurrenz der vielen Scheibenblüten nicht mehr die nötige Kraft zum Aufblühen erlangen, zumal 1. die peripheren, früh befruchteten Blüten, in die Ausbildung der Frucht eingetreten, Baustoffe in hohem Maße beanspruchen werden, 2. die zentralen Blüten, als die letztangelegten, also jüngsten der Infloreszenz, an sich naturgemäß in der Entwicklungsstufe zurückstehend, sich solcher Konkurrenz gegenüber in ungünstiger Lage befinden müssen.

Dieser Gedankengang fand dann einige Stütze durch die Untersuchung des Fruchtansatzes. Ich will da ein paar Beispiele anführen. Im erstgeprüften Fruchtstand ergaben die Randblüten 11 gute, 4 geschrumpfte Früchte, die Scheibenblüten 25 gute, 20 fehlgeschlagene. Die letzteren fanden sich gehäuft im Zentrum, aber durchaus nicht nur dort. Von der Gesamtzahl der Blüten ergaben demnach 40 % sterile Samen, davon entfielen 26,6 auf die Randblüten und 80 % auf die Scheibenblüten, wenn diese Blütengruppen für sich allein genommen werden. Die Tatsache, daß auch unter den Randblüten versagende Fruchtknoten vorkommen, und die Erwägung, daß unter den 45 Scheibenblüten, von denen 20 versagt hatten, sicherlich nicht alle diese mit

geschwächten Samenanlagen von vornherein ausgestattet waren, ließ wieder auf einen Konkurrenzkampf zwischen den Fruchtknoten eines Fruchtstandes schließen. Es lag nahe, zu bedenken, daß die zentralen, am spätesten angelegten Blüten, selbst dann, wenn sie sich geöffnet und das weibliche Stadium erreicht haben, immerhin sehr verspätet befruchtet werden und so von vornherein im erwähnten Konkurrenzkampfe beträchtlich im Nachteil sind. Ein zweiter untersuchter Fruchtstand wies, aus den Randblüten hervorgegangen, 15 gute und 1 verkümmerte Frucht auf. Von den Scheibenblüten waren 28 Samen voll, 27 steril; von letzteren aber saßen im eigentlichen Zentrum nur 4. Es war auch leicht zu beobachten, daß sowohl zwischen den vollen Früchten wie zwischen den verkümmerten Übergänge in der Größe leicht feststellbar sind.

All das regte mich an, die Fruchtknoten der zentralen Blüten daraufhin zu untersuchen, ob sie überhaupt eine Samenanlage enthalten oder nicht. Beachtet man die in wechselnder Zahl (2—10) im Zentrum meist vorhandenen nicht offenen Blüten (daß besonders in den erst entwickelten alle geöffnet werden und auch die Griffelschenkel hervortreten, wurde schon vorher erwähnt) an älteren Infloreszenzen und vergleicht sie mit offenen, so tritt eine merkliche Schwäche des Fruchtknotens an ersteren gegenüber den letzteren hervor (vgl. Abb. 1, l mit m; Vergr. 2—3f.). Es sind aber alle Teile, die der Fruchtknoten der offenen Blüten aufweist, auch an dem der geschlossenen zentralen vorhanden, nur gewissermaßen noch weniger entwickelt. Tatsächlich ließ die Aufhellung mit KHO in allen solchen Fruchtknoten auch eine Samenanlage nachweisen, allem Anschein nach völlig normal, nur schwankend in der Größe, wie es dem Altersunterschied der verschiedenen Blüten entspricht (Abb. 1, n der aufgehellte Fruchtknoten von l, mit der durchschimmernden Samenanlage; Vergr. 20f.).

HILDEBRAND schildert in seiner schönen Abhandlung ausführlich die Rückbildung, die das weibliche Organ in den männlichen Blüten erfahren hat. Der Griffel als Fegeapparat bleibt stets erhalten, der Fruchtknoten aber obliteriert mehr oder minder; wo er scheinbar vorhanden ist, fehlt ihm stets eine Samenanlage. Weiters sind auch die Griffelendigungen in den Kompositen, die männliche Blüten besitzen, abgestuft rückgebildet, vor allem fehlt an ihnen stets die Narbenzone. So fehlt den männlichen Blüten doch stets, mögen sie äußerlich — wie bei *Xeranthemum annuum* — den Besitz eines weiblichen Organs durch Fruchtknoten und Griffel vortäuschen — das wesentlichste: die

Samenknospe und eine Narbenfläche. Es blieb nun noch zu prüfen, ob der Griffel zentraler, nicht aufgegangener Blüten einer Infloreszenz mit Narbenpapillen und einer Narbenfläche ausgestattet ist.

Zu dem Zwecke wurde am Ende der Blühperiode, wo Rückbildungen infolge Schwächung der Pflanze am ehesten zu erwarten standen, am 12. IX. eine der schon spärlich vorhandenen Infloreszenzen der Kultur entnommen. Im Zentrum fanden sich 7 nicht offene Blüten, die im übrigen aber kräftig aussahen. Die

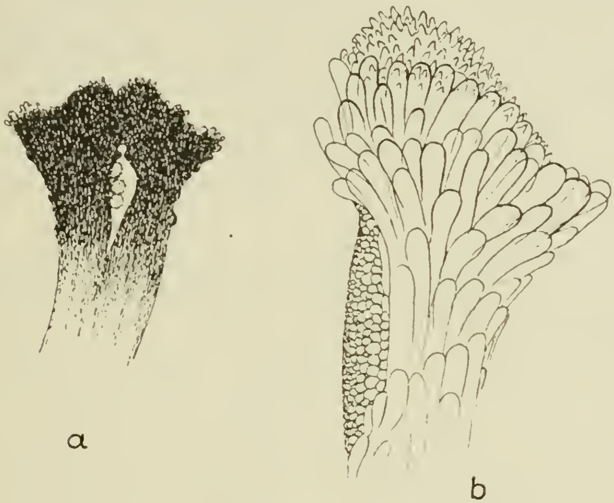


Abb. 2.

zentralst gelegene wurde zur Prüfung herangezogen, die in der Antherenröhre geborgene Griffelendigung herauspräpariert. Nach dem frischen Präparat ist ihr Aussehen in Abb. 2, a, wiedergegeben (Zeiß Obj. A, Ok. II)[1]). Man sieht, daß der Griffel in 2 kurze Schenkel gespalten ist, diese Schenkel nach oben eine keulige Anschwellung haben, die durch einen buckelartigen Auswuchs zustande kommt. Zentral geht jeder Schenkel in einen kegelartigen Höcker über, der mit spitzen Papillen besetzt ist. Die keulige Verdickung wirkt als Fegeapparat und wird als solcher durch Fegehaare unterstützt, welche die keulige An-

1) Die Zeichnungen verdanke ich Frl. MARIE BUCEK, der wissenschaftlichen Hilfskraft des Institutes.

schwellung umgeben. Die Griffelschenkel sind sehr anthokyanreich und erscheinen am lebenden Objekt dunkelbraunviolett gefärbt — wie die Antherenkeule. Oben schließen die Griffeläste eng aneinander, unten aber klaffte eine Spalte, in die Pollen der gleichen Blüte hineingeraten war[1]). Schon an dem frischen Objekt war bei tiefer Einstellung an der Spalte das Vorhandensein einer typischen Narbenfläche nahezu sicher, vollkommen klar erwies sie die Aufhellung des Präparates mit KHO. Das danach wiedergegebene Bild des einen Griffelschenkels (Abb. 2, b, Zeiß Obj. D, Ok. II) bedarf kaum einer weiteren Erläuterung. Bemerkt sei nur, daß bei HILDEBRAND auf den 6 Tafeln kein Griffel mit völlig übereinstimmendem Bau aus einer Zwitterblüte einer Komposite sich findet; auch hierin äußert sich wieder die Vielgestaltigkeit der Naturschöpfungen. Jeder Griffelschenkel hat 2 gesonderte Narbenflächen, eine rechts und eine links, worin auch die langen Griffelschenkel der weiblichen Blüten (die aber jegliche Spur eines Fegeapparates, der ja zwecklos wäre, vermissen lassen) mit denen der Zwitterblüten übereinstimmen[2]).

Durch den Nachweis, daß die zentralen Blüten eine Samenanlage im Fruchtknoten, an den Griffelschenkeln wohlausgebildete Narbenflächen aufweisen, ist der für *Dimorphotheca* bisher behauptete Blütentrimorphismus widerlegt. Wenn die zentralen Blüten — wie sehr oft — nicht beide Stadien (männliches und weibliches) durchlaufen, wenn — wie tatsächlich oft — einzelne oder alle sich zwar öffnen, aber höchstens das männliche Stadium erreichen, und selbst wenn — wie überwiegend häufig — eine Anzahl zentraler Blüten auch zur Öffnung der Korolle gar nicht mehr gelangt, so sind trotzdem diese Blüten doch immer als Zwitterblüten wohlgekennzeichnet[3]). Es handelt sich also stets nur um Hemmungen, welche

1) Ob das nur durch die Präparationsarbeit erfolgte, wie wahrscheinlich, oder ob es auch auf natürlichem Wege geschehen kann, bleibt unentschieden. Gekeimt hatten die Pollenkörner nicht, obgleich sie oberhalb der Narbenfläche lagen. Sehr wahrscheinlich ist, daß der eigene Pollen der Blüte unwirksam ist, die Blüten selbst steril sind. Ein experimenteller Beweis hierfür wäre aber kaum durchführbar.

2) Die Abbildung auf Fig. 1, b, ist bei zu geringer Vergrößerung angefertigt, daher dieses an ihr nicht ersichtlich.

3) Es erscheint mir kaum wahrscheinlich, die Angabe von männlichen Blüten im Körbchen werde dadurch ihre Erklärung finden, daß zweierlei Rassen von *D. pluvialis* als vorhanden erwiesen würden. Immerhin liegt das im Bereiche des Möglichen.

diese Zwitterblüten früher oder später treffen können. Es erübrigt nur noch zwei weitere, in der Literatur vorhandene irrige Angaben über *Dimorphotheca* anzuführen.

Die eine findet sich bei H. BAILLON[1]). Er gibt a. a. O. für einige Gattungen des „Série des Soucis" (Calenduleae) und darunter *Dimorphotheca* an, „dans ces derniers, les étamines sont unies, non seulement par les anthères, mais encore par les filets". Für *D. pluvialis* und wohl auch die übrigen Arten trifft das nicht zu, die Filamente sind frei.

HANSGIRG endlich führt in dem Abschnitt „Untersuchungen über Reiz- und Nutationsbewegungen der Staubblätter, Griffel und Narben" seines unten zitierten Werkes[2]) auf S. 142, als mit reizbaren Filamenten ausgestattet, auch *Dimorphotheca annua* und *D. pluvialis* an. Ich kann für diese die Angabe H.s nicht bestätigen.

Innsbruck, Botanisches Institut der Universität,
im September 1922.

---

1) „Histoire des Plantes", Tome VIII, Paris 1886, p. 44.

2) „Physiologische und Phycophytologische Untersuchungen", Prag 1893.

11. H. Lundegårdh: Bemerkung zu G. Haberlandts Aufsatz: „Zur Geschichte der physiologischen Anatomie".

(Eingegangen am 7. Oktober 1922. Vorgetragen in der Januarsitzung 1923.)

Im Heft 5 dieser Berichte (1922, S. 156) wendet sich G. HABERLANDT gegen meine Darstellung der Entwicklung der physiologischen Anatomie in meinem Buch „Zelle und Zytoplasma" (K. LINSBAUERs Handbuch der Pflanzenanatomie Bd. 1). Er meint, daß ich im Unrecht bin, wenn ich SACHS zu denjenigen Forschern zähle, die die Wiederbelebung der physiologisch-anatomischen Denkweise veranlaßt haben.

HABERLANDT scheint nicht den folgenden Passus in meiner Darstellung (S. 172) gelesen zu haben:

„In der ursprünglichen Fassung, die SACHS dem Begriff Gewebesystem verlieh, ist zwar der richtige Sinn physiologischer Interpretation einigermaßen getroffen, aber SACHS steckt offenbar mit dem einen Fuß noch im Lager der vergleichenden Morphologen, wenn er nur drei Systeme skizziert. In dem von ihm sog. Grundgewebe spukt noch der von GREW herrührende Parenchymbegriff. Es sieht sogar aus, als ob SACHS seine drei Gewebesysteme nur der übersichtlicheren Darstellung halber aufstellt. Eine rationelle Durcharbeitung der gesamten anatomischen Erfahrungen von ökologisch-physiologischen Gesichtspunkten ist das Bestreben der neueren, von HABERLANDT inaugurierten Richtung in der Anatomie."

In diesen Sätzen ist also deutlich genug hervorgehoben, daß HABERLANDT der Ruhm gebührt, die physiologische Anatomie als Spezialzweig ausgebaut zu haben. Der Grundgedanke der physiologischen Anatomie ist aber, wie HABERLANDT selbst zugibt (a. a. O. S. 157), so alt, „wie die Pflanzenanatomie überhaupt". In meiner „Übersicht über die Geschichte der Pflanzenanatomie" handelt es sich nun darum, die leitenden Gedanken der Wissenschaft zu erfassen und ihre Entwicklung zu verfolgen. Und SACHS hat ohne jeden Zweifel die Wiederbelebung der physiologischen Anatomie vorbereitet. Man lese die folgenden Sätze aus der ersten Auflage seines „Lehrbuches der Botanik" (1868):

„Da ferner jede Zelle für die Ökonomie der Pflanze eine bestimmte Rolle übernimmt, d. h. gewissen chemischen oder mechanischen Zwecken vorzugsweise dient, so zeigt sich auch in den Zellenformen eine Mannigfaltigkeit, welche den verschiedenen Funktionen entspricht“ (S. 1). Und S. 7 heißt es: „Da die verschiedenen Ausbildungsformen der Zellen mit der Stellung, die sie im Leben der Pflanze einnehmen, innig zusammenhängen, da sie ihren Funktionen und den äußeren Lebensbedingungen angepaßt sein müssen, so sind die Verschiedenheiten der Zellen natürlich ebenso groß wie die vorkommenden Kombinationen dieser Verhältnisse.“

Klarer scheint mir überhaupt niemand den physiologischen Gesichtspunkt in der Anatomie hervorgehoben zu haben. In seinen späteren Arbeiten, namentlich in den Vorlesungen über Pflanzenphysiologie (1882), hat SACHS dann mehrmals von diesem Gesichtspunkt Gebrauch gemacht.

Wer sich ohne jede Voreingenommenheit in das Studium der betreffenden Literatur vertieft, wird finden, daß SACHS ein Bindeglied zwischen der rein morphologisch-deskriptiven Forschung in der früheren Hälfte des vorigen Jahrhunderts und der durch HABERLANDT zur vollen Blüte gebrachten physiologischen Anatomie darstellt.

12. N. Cholodnyj: Über die Metamorphose der Plastiden in den Haaren der Wasserblätter von Salvinia natans.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 29. Oktober 1922. Vorgetragen in der Januarsitzung 1923.)

Wie bekannt, besitzen die Stengel von *Salvinia natans* zweierlei Blätter: grüne elliptische Luftblätter, die auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, und submerse Wasserblätter, welche die Form farbloser, büschelartig gruppierter dünner und langer, an ihrer ganzen Oberfläche mit Haaren bedeckter Ausläufer haben. Diese Haare bestehen aus einer Reihe von stark gestreckten, zylindrischen Zellen; nur die letzte Scheitelzelle, die sich außerdem auch durch ihre braune Farbe auszeichnet, hat die Form eines kurzen spitzen Kegels. Die Zahl aller das Haar bildenden Zellen schwankt gewöhnlich von 8 bis 12.

Die Herkunft dieser submersen Organe von *S. natans* wurde zuerst durch die klassiche Forschung von N. PRINGSHEIM aufgeklärt[1]). Er konnte feststellen, daß die Blätter bei *S. natans* in dreigliedrigen Quirlen angelagert werden. In jedem Quirl verwandeln sich zwei Anlagen in typische, grüne, flache Blätter; die dritte aber, deren Entwicklung unter dem Wasser vor sich geht, zergliedert sich in dünne und schmale Teile und wird dadurch einem Wurzelbündel ähnlich, dessen einzelne Glieder an ihrer Oberfläche lange „Wurzelhaare" tragen.

PRINGSHEIM betrachtet diese eigentümliche Metamorphose als eine Anpassung, welche sehr oft bei verschiedenen Wasserpflanzen, die zweierlei Blätter haben, zu beobachten ist. Wie bekannt, haben die submersen Blätter gewöhnlich eine stark zergliederte Spreite, während die schwimmenden oder Luftblätter derselben Pflanzen eine ganze und ganzrandige Spreite besitzen.

Soviel ich weiß, hat bis jetzt noch niemand diese Anschauung PRINGSHEIMs bestritten, und man kann sie als allgemein anerkannt betrachten. Die Frage über die Ursachen dieser Metamorphose der Wasserblätter bei *Salvinia*, welche PRINGSHEIM nur vorübergehend streift, verdient genauer aufgeklärt zu werden.

1) PRINGHEIMs Jahrbüch. f. wiss. Bot., Bd. III (1863), S. 484.

Die Zergliederung der Spreite untergetauchter Blätter hat bei Wasserpflanzen einen bestimmten biologischen Zweck. Im Zusammenhang mit dem Leben in submersem Zustande hören diese Blätter auf, exklusiv der Kohlensäureassimilation zu dienen; sie übernehmen auch andere Funktionen, hauptsächlich die Absorption des Wassers samt den gelösten Salzen. Und die Kohlensäure selbst, soweit sie diesen Blättern noch notwendig ist, wird von ihnen nicht mehr aus der Luft, sondern aus dem Wasser, wo sie sich in gelöstem Zustande befindet, geschöpft. So wird die Absorption des Wassers und der in ihm aufgelösten Stoffe zur Hauptaufgabe des submersen Blattes. Dieser neuen Aufgabe entspricht die normale Struktur des Luftblattes offenbar nicht, wie von morphologischem, so auch von anatomischem Standpunkte betrachtet. Jetzt werden eine Vergrößerung der Oberfläche des Organs und die Verkleinerung der Dicke seiner einzelnen Teile wohl zweckmäßiger sein, und dies wird durch eine beträchtliche Zergliederung der Blattspreite und eine Reduktion der Zahl der Parenchymschichten erreicht.

So sehen wir, daß die Strukturveränderung hier mit einem teilweisen Funktionswechsel verknüpft ist. Bekanntlich ist die Aufnahme des Wassers und der darin gelösten Stoffe eine Hauptaufgabe der Wurzel, wodurch ihre ganze Organisation beeinflußt wird. So bekommen die Wasserblätter, indem sie sich ihrer neuen Aufgabe anpassen, die Merkmale, welche die typische Wurzel charakterisieren. Und je mehr sie von ihrer ursprünglichen Aufgabe abweichen und die ausschließlich absorbierende Funktion übernehmeu, umsomehr müssen sie den Wurzeln ähnlich werden. Bei *Salvinia* haben wir es offenbar mit einer solchen scharf ausgeprägten Abweichung zu tun. Ihre Wasserblätter sind echten Wurzeln so sehr ähnlich, daß alte Botaniker sie sogar als „Wurzelzasern“ bezeichneten. Von diesem Standpunkte aus entspricht diese äußere Ähnlichkeit der inneren, physiologischen; mit anderen Worten, man kann annehmen, daß die Wasserblätter von *S. natans* alle Funktionen der fehlenden Wurzeln erfüllen.

Diese Anschauung wird von den meisten Botanikern vertreten und hat, soweit mir bekannt ist, nur einmal, nämlich in MAC-MILLANs[1]) Mitteilung, Widerspruch erfahren. Leider stand mir diese Arbeit im Original nicht zur Verfügung, und ich konnte mich mit ihrem Inhalt nur aus einem kurzen Referat[2]) vertraut machen. MAC-MILLAN betrachtet die Wasserblätter von *Salvinia*

1) MAC-MILLAN. Botan. Gazette, V. XXII, p. 249.

2) JUSTs Botan. Jahresbericht, Bd. XXIV (1896). I. Abt., S. 437.

natans als hauptsächlich zum Schutze der Sporokarpien gegen verschiedene kleine Wassertierchen bestimmte Organe, wobei er den spitzen Endzellen die Rolle des Schutzapparates zuschreibt. Zugleich hält er es für wahrscheinlich, daß diese Blätter auch als Gegengewicht dienen, welches der Pflanze ihre normale Lage im Wasser bei Wind zu erhalten hilft. Wenn der Referent den Inhalt der Mitteilung richtig wiedergibt, so kann man denken, daß MAC-MILLAN den Wasserblättern keine Absorptionsfunktion zuschreibt. Ist das auch die wirkliche Anschauung des amerikanischen Botanikers, so glaube ich doch, daß an der Absorptionsfähigkeit der Haare von *Salvinia* zu zweifeln absolut keine Gründe vorliegen. Die Sporokarpien entstehen nur in der zweiten Hälfte des Sommers, aber die Wasserblätter können wir schon im Frühjahr bei ganz jungen *Salvinia*-Exemplaren beobachten, zur Zeit, wo eine schützende Funktion selbstverständlich noch nicht in Betracht kommt. Sind MAC-MILLANs Vermutungen richtig, so kann man nur sagen, daß den submersen Blättern von *Salvinia* neben ihrer Hauptfunktion — das Wasser aufzunehmen, noch einige andere Funktionen zuzuschreiben sind.

Die Wasserblätter von *Salvinia* haben sich so gut ihrer neuen Funktion angepaßt, daß sie dieselbe auch in Fällen, wo sie sich nicht im Wasser, sondern im Schlamm befinden, weiter erfüllen. Im Sommer 1920 konnte ich in der Umgebung der Biologischen Station bei Kiew *S. natans* während einer starken Dürre beobachten. Infolge des Austrocknens der Wasserbehälter befand sich diese Pflanze stellenweise auf dem nicht mehr vom Wasser bedeckten Boden. Fast alle anderen das Wasser bewohnenden Organismen gingen hier bald zu Grunde, und nur *S. natans*, deren Wasserblätter sich im feuchten Schlamm festgesetzt hatten, war zwischen der abgestorbenen, braun gewordenen Flora an ihrer hellgrünen Farbe zu erkennen.

So können wir, wie es scheint, bestimmt behaupten, daß die submersen Organe von *S. natans* wirklich Blätter sind, welche die Wurzelfunktionen übernommen und im Zusammenhang damit ihre Struktur gründlich verändert haben. Selbstverständlich konnten sich die Blätter diesen neuen Funktionen nicht auf einmal anpassen; hier hat gewiß ein langer, komplizierter, phylogenetischer Prozeß stattgefunden, im Laufe dessen sozusagen eine Umwandlung des Blattes in eine Wurzel vor sich gegangen ist. Wir können auch jetzt Spuren dieses phylogenetischen Prozesses finden, wenn wir die Ontogenese dieser Organe beobachten werden. Über solch eine Tatsache will ich in diesem Aufsatz berichten.

In ihren jüngsten Entwicklungsstadien haben die Wasserblätter von *Salvinia natans* die Form kurzer dichter pinselförmiger Büschel, deren einzelne Haare, wie auch das ganze Blatt, hellgrün gefärbt sind. Während des Wachstums des Blattes verlieren seine Zellen allmählich die grüne Farbe, so daß sie im reifen Zustande ganz farblos sind. Man könnte meinen, daß solch eine Entfärbung einfach das Resultat des Wachstums der Haarzellen ist, die im Laufe der Zeit beträchtlich an Länge zunehmen. Wenn wir voraussetzen, daß die Chlorophyllmenge in den Zellen dabei dieselbe bleibt oder wenigstens nicht beträchtlich zunimmt, so ergibt sich ohne weiteres, daß die Volumenvergrößerung Hand in

a



b

Abb. 1. Oben (a) zwei Plastiden (Chloroplasten) aus Zellen eines jungen Haares, Stärkekörner enthaltend. Unten (b) vier degenerierte Plastiden (Leukoplasten) aus alten Zellen. Vergr. 920.

Hand mit einer Verblassung einhergehen müßte. Bei genauer Erforschung zeigt es sich aber, daß solch eine Erklärung ungenügend ist.

Wenn wir unter dem Mikroskop die Zellen von jungen und alten Haaren vergleichen, so stellt es sich heraus, daß die sich darin befindenden Plastiden ganz verschiedenes Aussehen haben. In jungen Zellen sind es typische hellgrüne, Stärkekörner enthaltende Chloroplasten. Ihrer Form und Größe nach sind sie den Chloroplasten der grünen Luftblätter von *Salvinia* sehr ähnlich: es sind gewöhnlich etwas in die Länge gestreckte bisquitförmige Körperchen, welche zuweilen bis 20 μ lang und 7 μ breit sind (Abb. 1, a). Die Plastiden von alten Zellen haben ein ganz anderes Aussehen. Sie haben beträchtlich kleinere Dimensionen: ihre Dicke schwankt gewöhnlich um 0,5—1 μ, und die Länge übersteigt durchschnittlich nicht 10 μ. Sie sind stark lichtbrechend, enthalten keine Stärke und sind blaßgrün gefärbt, oder, was noch öfter vor-

kommt, ganz farblos. Schließlich haben sie ganz merkwürdige Formen, wodurch sie den Chondriosomen gewissermaßen ähnlich sind (Abb. 1, b). Mit anderen Worten haben wir hier nicht mehr Chlorophyllkörner, sondern eher kleine chondriosomenförmige Leukoplasten vor uns.

Da beide Plastidenarten in den Zellen desselben Organs nur auf dessen verschiedenen Entwicklungsstufen zu finden sind, so ist es klar, daß diese beiden Formen untereinander genetisch verbunden sind. Und wirklich, wenn wir Zellen von Haaren verschiedenen Alters beobachten, können wir alle Übergangsformen zwischen den zwei beschriebenen äußersten finden. So unterliegt es keinem Zweifel, daß hier ein Fall von eigentümlicher regressiver Plastidenmetamorphose vor uns liegt, die mit dem Funktionswechsel des Wasserblattes eng verbunden ist. Die Metamorphose des Blattes hat eine Atrophie jener Teile des Organes, welche zur Ausübung der neuen Funktion überflüssig sind, zur Folge, und zu solchen Teilen gehören gerade die Chlorophyllkörner, welchen bei der Wasseraufnahme keine Rolle mehr zukommt.

Wenn wir die Haare der Wasserblätter von *Salvinia* unter dem Mikroskop betrachten, können wir leicht bemerken, daß auch in verschiedenen Zellen ein und desselben Haares die Plastiden nicht gleich sind. Wenn wir ein Haar, welches noch im Wachstum begriffen ist, aber schon eine beträchtliche Länge erreicht hat, nehmen, so finden wir an seiner Basis, wo die jüngsten Elemente liegen, in den Zellen typische, grüne, bisquitförmige Chloroplasten. Die Scheitelzellen desselben Haares enthalten zugleich nicht selten nur reduzierte Plastiden — die chondriosomenähnlichen Leukoplasten. In den Zwischenzellen können wir dabei alle Übergangsformen beobachten, so daß im allgemeinen jede Zelle das Bild eines bestimmten Stadiums der Plastidenmetamorphose darstellt. Offenbar machen die Scheitelzellen die Anpassung an die Wasseraufnahme schneller als die Basalzellen durch; mit anderen Worten, die Haarbasis behält den „Blattcharakter" länger als der Scheitel. Im Zusammenhang damit verläuft auch die Plastidenumwandlung in verschiedenen Elementen des Haares nicht in ganz gleicher Weise. Um besser diesen Unterschied zu verfolgen, wollen wir uns zuerst mit den jüngsten, noch nicht entfalteten Wasserblättern befassen.

Fig. I (Abb. 2) ist von einem sehr jungen Härchen, welches aus 7 Zellen, ohne die spitze Endzelle zu zählen, bestand. Im linken Quadrat sind die Plastiden der ersten Basalzelle, im rechten die der letzten siebenten, von der Basis gerechnet, gezeichnet. Wie wir sehen, sind in diesen beiden Zellen (sowie auch in allen

Zwischenzellen) die Plastiden noch ganz gleich. Das sind kleine hellgrüne, Stärkekörnchen enthaltende Chloroplasten von typischer Bisquitform. Es ist klar, daß auch vordem diese Plastiden sich



Abb. 2. In den linken Quadraten ist die Entwicklungsgeschichte der Plastiden in einer Basalzelle des Haares dargestellt, in den rechten dasselbe bei einer Apikalzelle. Vergr. 600.

aus den kleinsten in den Embryonalzellen vorhandenen Anlagen in ganz gleicher Weise entwickelten. Aber im weiteren Verlaufe bekommt die Plastidenumwandlung in den Basal- und in den Apikalzellen einen verschiedenen Charakter.

Wenn wir ein Haar aus dem nächsten, etwas früher entstandenen Quirl entnehmen, so sehen wir, daß in seinen Basalzellen die Plastiden sich vergrößert haben, wobei sie ihre grüne Farbe und die Fähigkeit Stärke abzulagern behielten (Fig. II, links). In Blättern noch früherer Herkunft (Fig. III, links) enthalten die Basalzellen der Haare noch größere Chloroplasten, die der Form noch ganz den grünen Plastiden von Parenchymzellen des Luftblattes entsprechen. Mit anderen Worten behalten die Basalzellen des Haares hier noch ihren ursprünglichen Blattzellencharakter und dementsprechend hat auch die Plastidenmetamorphose soweit alle Merkmale einer progressiven Entwicklung.

Ein anderes Bild beobachten wir in den Apikalzellen derselben Haare (Fig. II und III, rechts). Hier verlieren die immer kleiner werdenden Plastiden ihre grüne Farbe, die Fähigkeit Stärke abzulagern und nehmen allmählich chondriosomenähnliche Formen an. So haben wir in diesem Falle das Bild der regressiven Metamorphose vor uns, was darauf hindeutet, daß die betreffenden Zellen ihren Blattzellencharakter allmählich verlieren und zu ihren neuen Funktionen übergehen.

Wenn wir noch ältere Haare beobachten (Fig. IV), so bemerken wir, daß auch in den Basalzellen die Plastiden sich allmählich in gleicher Richtung zu verändern anfangen, wie das in den Scheitelzellen der Fall ist: sie werden kleiner, verlieren die Stärke und bekommen eine höchst unregelmäßige Form. So erstreckt sich schließlich der Funktionswechsel auch auf diese Zellen.

Wenn wir nun von den aus unmittelbarer Beobachtung gewonnenen Tatsachen zu Überlegungen von phylogenetischem Charakter übergehen, so kann man, glaube ich, den Schluß machen, daß auch historisch der Funktionswechsel und die damit verbundenen Veränderungen der Haarzellen denselben Weg, wie es uns die Entwicklungsgeschichte zeigt, gegangen sind, d. h. daß diese Metamorphose zuerst die Apikalzellen der Haare, dann die Zwischen- und schließlich die Basalzellen getroffen hat. So haben wir es hier mit einem Falle zu tun, welcher dafür spricht, daß das sogenannte „biogenetische Gesetz" von HAECKEL vielleicht auch für die Entwicklungserscheinungen im Pflanzenreiche gilt.

Die regressive Metamorphose der Plastiden bei *Salvinia natans* ist noch von einem anderen Gesichtspunkte aus interessant. Es ist bekannt, wie groß die Literatur über die Plastidenherkunft ist. Die von G. LEWITSKY vorgeschlagene Theorie, wonach Plastiden aus Chondriosomen entstehen, hat noch bis jetzt viele Gegner,

welche eifrig die ältere Anschauung vertreten und die Plastiden als Organe sui generis, die von Zelle zu Zelle vererbt und nie neugebildet werden, betrachten. Diese beiden Theorien wurden von ihren Vertretern auf dem Materiale basiert, welches uns die Entwicklungsgeschichte der Chromatophoren liefert, d. h. auf Erscheinungen der progressiven Plastidenmetamorphose. Soweit mir bekannt, wurden bis jetzt Beispiele von regressiver Metamorphose oder Degeneration der Plastiden noch nicht beschrieben, obgleich auch sie unzweifelhaft wertvolles Material zur Lösung der umstrittenen Frage bieten würden. Könnte man z. B. beweisen, daß bei der Degeneration die Plastiden schließlich in Chondriosomen übergehen, so würde dies sicher zugunsten der Neubildungstheorie sprechen. Und umgekehrt, wenn die Plastiden ihre Individualität sogar in Fällen von extremer Degeneration beibehalten würden, so würde dieser Umstand eher die Permanenztheorie unterstützen.

Diese Überlegungen und die eigentümlichen Umrisse der degenerierten Plastiden von *S. natans*, welche unwillkürlich das Bild der Mitochondrien in der Erinnerung erwecken, hatten auch mir den Anlaß gegeben, deren Beziehung zu Chondriosomen aufzuklären. Die Untersuchung in vivo erschien mir für diesen Zweck als ungenügend, und deshalb bin ich zum Studium von fixiertem Material übergegangen. Abgeschnittene Wasserblätter und einzelne Haare wurden nach FAURÉ-FREMIET (2 % Osmiumsäure mit nachfolgender Bearbeitung mit 10 % Pyrogallol) fixiert, nach Durchspülung mit Gentianaviolett gefärbt und in toto mikroskopisch in Glyzerin untersucht. Es zeigte sich, daß diese einfache Methode gute Resultate gab. Das Protoplasma war gewöhnlich nicht geschrumpft, der Zellinhalt war gut fixiert und gefärbt. Dabei stellte es sich sofort heraus, daß in den Haarzellen neben den chondriosomenähnlichen Plastiden immer auch echte Chondriosomen vorhanden sind, die ein ganz anderes Aussehen haben. In der Mehrzahl der Fälle hatten sie die Form sehr dünner und langer Fäden. Die Plastiden und die Chondriosomen färbten sich ganz gleich. Als ich den Charakter der Chondriosomen an fixiertem Material kennen lernte, konnte ich schon ohne besondere Schwierigkeiten sie auch in lebendigen Zellen finden. Dabei konnte man bemerken, daß sie von den Plastiden auch durch ihre beträchtlich schwächere Lichtbrechung zu unterscheiden waren.

So ergibt sich aus der Erforschung des fixierten Materiales der Schluß, daß die Plastiden von *Salvinia* im Laufe ihrer regressiven Metamorphose nie zu echten Chondriosomen werden und sogar in den ältesten Zellen, im äußersten Degenerationszustande dennoch

ihre spezifischen Merkmale beibehalten. Diese Tatsache spricht eher zugunsten der Chromatophorenpermanenztheorie.

Aus den Beobachtungen an degenerierenden Plastiden von *Salvinia* ergibt sich noch eine Frage. Wie ich schon bemerkt hatte, geht ihre Umwandlung in farblose Körper — die Leukoplasten — mit beträchtlicher Volumenreduktion vor sich. Es wäre interessant festzustellen, auf welche Art diese „Abmagerung" der Plastiden entsteht. Ob nicht dabei in das Plasma irgendwelche Stoffe abgeschieden werden, etwa in Form der Ausscheidung oder Abgliederung von ebensolchen Chondriosomen? Manche Bilder, welche ich unter dem Mikroskop an gefärbten Präparaten beobachten konnte, nämlich die Fälle von engem Zusammenhange der Plastiden mit fadenförmigen Chondriosomen, lassen sich von diesem Standpunkte aus erklären. Diese Vermutung wird durch A. LÖWSCHINs Untersuchungen[1]) über Chondriosomenbildung in Blättern auch von rein theoretischer Seite wahrscheinlich gemacht. Übrigens sind zur endgültigen Entscheidung dieser Frage feinere und ausführlichere cytologische Beobachtungen, über die ich noch nicht verfüge, nötig.

Zusammenfassung.

1. In den Haaren der Wasserblätter von *Salvinia natans* erfahren die Plastiden während des Wachstums der Zellen eine eigenartige regressive Metamorphose: in den jungen Zellen stellen sie typische Chloroplasten von regelmäßiger Bisquitform und ziemlich großen Dimensionen dar; in alten erscheinen sie als kleine farblose Körper (die Leukoplasten) mit unregelmäßigen und mannigfaltigen Konturen.

2. Diese Erscheinung steht wahrscheinlich mit dem Funktionswechsel der Wasserblätter, welche aus Assimilations- zu Resorptionsorganen werden, in Zusammenhang.

3. In verschiedenen Haaren verläuft die Plastidenmetamorphose nicht ganz gleich: in den Basalzellen bieten die Chromatophoren in ihren frühen Entwicklungsstadien viel größere Ähnlichkeit mit Chloroplasten von Luftblättern und behalten diesen ursprünglichen Charakter viel länger, als das in den Apikalzellen der Fall ist.

4. Daraus können wir schließen, daß die Apikalzellen des Haares sich früher und vollkommener als die Basalzellen ihrer neuen Funktion angepaßt haben.

1) A. LÖWSCHIN: Experimental-cytologische Untersuchung der Blätter in Zusammenhang mit der Frage über die Natur der Chondriosomen. (Russ.) 1917.

5. Obgleich die degenerierten Plastiden bei *Salvinia* äußerlich den Chondriosomen ähnlich sind, haben sie mit diesen Gebilden nichts Gemeinsames.

6. Dieser Umstand kann gewissermaßen als ein Beweisgrund zugunsten der Plastidenpermanenztheorie betrachtet werden.

13. G. v. Ubisch: 4. Beitrag zu einer Faktorenanalyse von Gerste.

(Eingegangen am 30. Oktober 1922. Vorgetragen in der Januarsitzung 1923.)

In meinem 3. Beitrag zu einer Faktorenanalyse von Gerste[1]) habe ich gezeigt, daß die Kapuze als eine Art von Mißbildung beim Zusammenwirken zweier nicht zueinander passenden Grannenfaktoren auftritt. Diese Faktoren hatte ich A und K genannt. Danach sind also alle aakk-, AAkk-, aaKK-Pflanzen Grannengersten (selbstverständlich auch die Heterozygoten aaKk, Aakk); alle, die mindestens einmal A und K gemeinsam haben, dagegen Kapuzengersten. Die Heterozygoten unterscheiden sich dadurch von den Homozygoten, daß die Kapuzen „gestielt" sind, also auf einer kurzen Granne aufsitzen. Es kommt dann noch ein dritter Faktor J dazu, der die Länge der Granne, die durch A bedingt wird, verlängert. Lange Grannen haben demnach die Formeln AAkkJJ (und die entsprechenden Heterozygoten); kurze die Formeln aaKKJJ, aaKKii, AAkkii, Kapuzen die Formeln AAKKJJ und AAKKii. (In der erwähnten Arbeit steht versehentlich p. 200 für Kapuzengerste zweimal AAKKii statt AAKKJJ und AAKKii und für kurze Grannen H. 34 AAkkJJ statt AAkkii).

Wie nun meine diesjährigen F_1-Pflanzen von Kreuzungen b e g r a n n t e r mit u n b e g r a n n t e n Formen zeigen, treten hier in gewissen Kombinationen Kapuzen auf, so daß der Verdacht naheliegt, daß die zur Kreuzung verwendeten grannenlosen Formen den einen der Faktoren, die Grannengersten dagegen den anderen der Faktoren enthalten, die zusammen Kapuze ergeben (also die einen A, die anderen K), und daß in den Fällen, wo keine Kapuzenbildung auftritt, beide denselben Grannenfaktor führen

1) Ztschr. ind. Abstamm. und Vererbungslehre 25, p. 198—209, 1921.

(also entweder beide A oder K). Diesen Verdacht bestätigt die Untersuchung der Abstammung der begrannten Formen.

Die grannenlosen Formen, die ich zu diesen Kreuzungen verwendet habe, verdanke ich der Liebenswürdigkeit von Herrn Professor E. VON TSCHERMAK und Herrn Professor L. KIESSLING, ersterer übersandte mir eine Probe, betitelt: Weiße grannenlose Sommergerste 139/1919, letzterer einige Ähren mit der Aufschrift: *Hordeum sativum inerme erectum* A. Beide Proben erwiesen sich dem äußeren Eindruck nach und in den Eigenschaften, die ich untersucht habe, als vollkommen gleichartig, so daß ich kein Bedenken trage, die Kreuzungsergebnisse für beide gemeinsam wiederzugeben.

Diese grannenlosen Gersten wurden mit einer Anzahl Grannen- und Kapuzengersten gekreuzt, teils reinen Linien, teils aus Kreuzungen hervorgegangenen, aber schon mehrere Jahre konstant gebliebenen Formen. Die Kreuzungen ergeben schon in F_1 völlig sichergestellte Resultate:

			F_1.
1. Grannenlos×Grannenlos	. . . .		Grannenlos.
2. Grannenlos×folgende Grannengersten:			
	Hordeum spontaneum	2 Pfl.	„
H. 34.	6zeilige japanische kurzgrannige Gerste Sekitori	16 „	„
H. 37.	6zeilige japanische kurzgrannige Gerste Santoku	25 „	„
H. 151.	*H. distichum Seringii deficiens*, schwarz, lange Grannen . . .	15 „	„
3. Grannenlos×folgende Grannengersten:			
0538.	Kurze Gr., F_4-Generation der Kr. 37×15	18 „	Kapuze.
0539.	Kurze Gr., F_4-Generation der Kr. 37×15	9 „	„
0540.	Kurze Gr., F_4-Generation der Kr. 37×15	22 „	„
0541.	Kurze Gr., F_4-Generation der Kr. 37×15	13 „	„
4. Grannenlos×Kapuzengersten:			
H. 15.	6zeilige Kapuzengerste . . .	14 „	„
H. 20.	6zeilige „ . . .	7 „	„
H. 27.	2zeilige „ . . .	21 „	„
0527.	2zeilige kurze Kapuze, F_4-Generation der Kr. 34×27	8 „	„

Aus 1, 2 und 4 würden wir schließen, daß grannenlos über begrannt dominiert, Kapuze über grannenlos. Tatsächlich aber liegen die Verhältnisse nicht so einfach, denn die Dominanz ist durchaus nicht vollkommen, sondern so gering, daß wir oft im Zweifel sein werden, ob wir es mit einer bestimmten Form zu tun haben. Die Kreuzung grannenlos×begrannt zeigt gelegentlich eine gegen grannenlos etwas verlängerte Granne. Bei flüchtiger Beobachtung erscheinen auch alle Kreuzungsprodukte der Kreuzung grannenlos×Kapuze ohne Kapuze zu sein, bei genauerer Untersuchung findet man an vielen, aber durchaus nicht allen Blüten eine mehr oder weniger rudimentäre Kapuze, oft nur eine kleine Einkerbung an der Spitze der vorderen Blütenspelze. Man kann hier also höchstens von Prävalenz der Kapuzen sprechen, und der entgegengesetzte Standpunkt, daß grannenlos prävaliere bis dominiere, den z. B. VON TSCHERMAK in FRUWIRTHs Züchtung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, Band 4, vertritt, ist ebenso zu verteidigen. Wenn ich mich diesem nicht anschließe, so geschieht das, weil man den Unterschied der Faktoren bei meiner Bezeichnung besser herausarbeiten kann, vor allem aber führen die Resultate der Rubrik 3 dazu. Denn wie sollte man es erklären, daß man aus Kreuzungen von Grannen mit grannenlosen Formen rudimentäre Kapuzen erhält, wenn man grannenlos als dominierenden Faktor bezeichnen würde?

Gehen wir jetzt zu diesen Kreuzungen über.

Die Grannengersten der Rubrik 3 stammen aus der Kreuzung H. 37×15, einer 6zeiligen kurzgrannigen Form von der Formel aakkJJ, während H. 15 eine 6zeilige Kapuzengerste der Formel AAKKJJ war. Sämtliche zur Kreuzung verwendeten Grannengersten waren kurzgrannig, mußten also die Formel aaKKJJ gehabt haben, sie waren absolut konstant. (Sie stammten aus dem p. 201 erwähnten F_3-Beet 0349 und waren 2 Jahre hindurch einzeln vermehrt worden.) Wenn wir also den uns hier nicht interessierenden Faktor J fortlassen, so erhalten wir das Resultat: aaKK-Grannen geben, gekreuzt mit grannenlos, in F_1 Kapuzen.

Die in Rubrik 2 verzeichneten Grannengersten heißen nun nach p. 200 folgendermaßen:

Hordeum spontaneum AAkkJJ,
H. 151 . . . . . „
H. 34 . . . . . AAkkii,
H. 37 . . . . . aakkJJ.

Also alle führen den Faktor K nicht.

Wir kommen also zu dem Resultat, daß die grannenlosen Gersten ebenfalls AAkk heißen müssen, da sie, mit aaKK-Formen gekreuzt, Kapuzen, mit AAkk-Formen keine Kapuzen ergeben.

Wir müssen nun noch einen Faktor dafür einführen, daß die Grannengersten der Form AAkk in grannenlos verwandelt werden, er heiße S. Dann hätten wir also folgende Faktoren für Kapuze, Granne und Grannenlos:

A und K gemeinsam geben Kapuzen, die in Gegenwart von S reduziert, aber nicht ganz unterdrückt sind.

S dominiert über A und K einzeln: AAkkSS- und aaKKSS-Formen sind also grannenlos.

Grannen sind AAkkss, aaKKss, aakkss, und zwar lange Grannen in Gegenwart von J, kurze in Abwesenheit von J.

Wir haben also Kapuzen von den Formen AAKKSS und AAKKss, die ersteren sind aber, wie gesagt, sehr reduziert, unsere gewöhnlichen Kapuzen sind alle AAKKss.

E. von Tschermak hat in Fruwirths Züchtung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen 4, p. 337—338, die Grannenlosigkeit im Zusammenhang mit Kapuze und Granne behandelt. Nach ihm sind folgende Resultate erhalten worden:

1. Granne×Kapuze gibt in F_2 Granne, Kapuze und manchmal grannenlos.
2. Granne×grannenlos gibt in F_2 Granne[1]) und grannenlos.
3. Kapuze×grannenlos gibt in F_2 Granne, Kapuze und grannenlos.

Die Faktoren, mit denen er diese Resultate erklären will, sind folgende:

A = Hemmungsfaktor, hemmt die Ausbildung von Kapuzen und Grannen. B ist der Kapuzenfaktor, C der Grannenfaktor. B prävaliert über C.

Die grannenlosen Formen sind AAbbCC.
Die Kapuzen . . . . aaBBCC.
Die Grannen . . . . aabbCC.

Wie ich schon 1916[2]) gezeigt habe, kann man mit diesen Faktoren die von E. von Tschermak erwähnten Resultate nicht erhalten; so ist es nicht möglich, aus Kreuzungen von Kapuzen

---

1) An dieser Stelle steht in meiner Arbeit von 1916 versehentlich Granne, Kapuze, Grannenlos; in seiner Neubearbeitung der Gerstenfaktoren in der Neuauflage von 1919 gibt von Tschermak übrigens die Wahrscheinlichkeit einer solchen Aufspaltung zu.

2) Beitrag zu einer Faktorenanalyse von Gerste. Ztschr. ind. Abst. und Vererbungslehre 17, p. 144 1916.

und Grannen grannenlos zu erhalten, wie VON TSCHERMAK nach RIMPAU angibt. (Die von mir in der genannten Arbeit vorgeschlagene Formulierung ist jetzt auch nicht mehr anwendbar, sie wurde auf Grund der Angaben VON TSCHERMAKs gemacht, deckt aber nicht die damals unbekannte Tatsache, daß die Kapuzen eine Kombinationsbildung sind.)

Hieran anschließend möchte ich noch das Ergebnis der Kreuzung einer Deficiens-Form mit einer normalen 2zeiligen lockeren Gerste mitteilen, der Kreuzung H. 151×H. 13. H. 151 ist die oben schon erwähnte *Hordeum distichum Seringii* und ist schwarz, locker, langbegrannt und völlig deficiens, das heißt also, die Blütenspelzen der Seitenblüten sind nicht oder nur ganz minimal ausgebildet, während sie bei gewöhnlichen 2zeiligen Gersten zwar keine Granne, aber doch eine deutliche sichtbare Spelze zeigen, die oben grade abgeschnitten zu sein pflegt. H. 13 ist eine lockere 6zeilige Algiergerste. Die F_1-Generation war normal 2zeilig. Die F_2-Generation spaltete in 130 2zeilig; 44 6zeilig; 50 deficiens. Dies Zahlenverhältnis entspricht fast genau den Spaltungszahlen 9 : 3 : 4 unter 16; bezogen auf 204 wäre das theoretische Verhältnis 126 : 42 : 56.

Danach hätten wir folgende Formeln: Zweizeilig ist, wie früher (1916, p. 127) festgestellt wurde, ZZWW, wobei Z die fertilen Zeilen bewirkt, W die Übergänge von 2- zu 6zeilig; 6zeilig ist zzww. Die Deficiens-Formen kommen in Kreuzungen von 2- und 6zeiligen Formen nicht vor. Man muß daher annehmen, daß sowohl 2- als auch 6zeilige einen Faktor besitzen, der den Deficiens-Formen fehlt, er heiße D. Dann haben wir: Alle Formen, die D nicht enthalten, sind Deficiens. Wenn wir das hier unnötige W fortlassen, haben wir H. 13=zzDD=6zeilig, H. 151=ZZdd=Deficiens 2zeilig. In F_1 erhalten wir ZzDd, also normal 2zeilig, da ein D vorhanden. In F_2:

9 Formen,	die	Z	und	D	enthalten	= 2zeilig,
3 „	„	z	„	D	„	= 6zeilig,
3 „	„	Z	„	d	„	= } 2zeilig deficiens.
1 Form,	„	z	„	d	enthält	= } 2zeilig deficiens.

Die 1916 von mir gegebene Formulierung der Zeilenzahl durch die Faktoren Z und W ist von ENGLEDOW[1]) beanstandet worden. ENGLEDOW ist der Ansicht, daß das monohybride Schema für 2- und 6zeilig genügt, hält also meinen Faktor W für unnötig. Alle 2—6zeiligen Formen, solche also, die an den Seitenblütchen

1) Inheritance in Barley 1. Journ. of Genetics 10, p. 93—108, 1920.

grade, spitze, spitzverlängerte Blütenspelzen, kurze Grannen resp. Kapuzen ausbilden, mit und ohne gelegentlich auftretende Körner, haben nach ihm dieselbe genetische Formel Zz. Er erklärt alles durch eine große Variationsbreite. Diese Erklärung ist aber nur dann möglich, wenn es nie gelingen kann, eine dieser Formen konstant zu züchten, und dies ist nach meiner Arbeit mit den Formen möglich, die eine spitze Blütenspelze mit gelegentlichem Körneransatz zeigen, wie ich es auf Tabelle 2 p. 128 der von ihm zitierten Arbeit wiedergegeben habe. Es sind da drei Beete erwähnt: 0129, 0130, 0131, die je 66, 18 und 85 Pflanzen hatten und alle, ohne Ausnahme, 2—6zeilig waren. Diese müssen also die Formel ZZww gehabt haben, eine andere konstante Mittelform gibt es nicht.

ENGLEDOW selbst teilt die Sorten nach der Zeilenzahl in 6zeilig-, intermedium-, distichum- und deficiens-Formen ein. Diese vielen verschiedenen konstanten Formen hätten ihm schon zeigen können, daß man mit nur einem Faktorenpaar nicht auskommen kann. Wenn der Verf. multiple Allelomorphe zur Erklärung annimmt, so muß er diese Annahme erst beweisen, indem er durch Koppelungen mit anderen Faktoren ihren Platz im Chromosom bestimmt. Die von mir in der von ihm zitierten und auch in dieser Arbeit wiedergegebenen Zahlenverhältnisse sind jedoch durch multiple Allelomorphe nicht zu erklären, sondern nur durch mehrere unabhängig voneinander mendelnde Faktoren.

14. S. Alvarado: Die Entstehung der Plastiden aus Chondriosomen in den Paraphysen von Mnium cuspidatum.

(Mit Tafel I.)

(Eingegangen am 23. November 1922. Vorgetragen in der Januarsitzung 1923.)

I. Einleitung.

Das Problem des Ursprunges der Plastiden in der Pflanzenzelle wurde nach den klassischen Untersuchungen von SCHIMPER (1883—85) und MEYER (1883) allgemein als gelöst erachtet. Nach der Ansicht dieser Forscher entstehen stets die Plastiden aus Plastiden, ohne daß jemals eine Bildung derselben ex novo in Frage käme. Die beinahe gleichzeitigen Untersuchungen von PENSA, LEWITSKY und GUILLIERMOND (1910—11) ließen die Theorie jener Gelehrten zweifelhaft erscheinen, indem sie behaupteten, daß diese Zellularorgane nicht aus anderen ähnlichen entstünden, sondern aus der Differenzierung von Chondriosomen, d. h. Gebilden, die in jeder Zelle — sei es bei Tieren oder Pflanzen — vorkommen. Seitdem haben sich noch viele Autoren mit der Frage beschäftigt (so FORENBACHER, 1911; A. MEYER, 1911; RUDOLPH, 1912; SCHMIDT, 1912; SAPEHIN, 1913; SCHERRER, 1913—15; MAXIMOW, 1913; LÖWSCHIN, 1914; MEVES, 1916—18; N. H. COWDRY, 1917; MOTTIER, 1918; DANGEARD, 1918—21; ALVARADO, 1918—19; MIRANDE, 1919; MANGENOT, 1920; EMBERGER, 1920; NOACK, 1921; RANDOLPH, 1922; usw.).

Wenn wir die Ergebnisse betrachten, zu welchen die genannten Autoren gelangen, so darf man letztere in zwei Gruppen teilen, nämlich eine, die die Entstehung der Plastiden aus Mitochondrien annimmt (so LEWITSKY, GUILLIERMOND, MAXIMOW, COWDRY, MEVES, ALVARADO, MIRANDE, MANGENOT und EMBERGER), und eine andere, welche die Theorie von SCHIMPER vertritt (so A. MEYER, RUDOLPH, SCHERRER, SAPEHIN, MOTTIER, DANGEARD und NOACK).

RUDOLPH (19) nimmt an, daß in den meristematischen Zellen der Phanerogamen zwei untereinander gänzlich verschiedene Zellularorgane bestehen, ungeachtet einer morphologischen und histochemischen Ähnlichkeit, welche eine Unterscheidung überhaupt unmöglich macht, nämlich einerseits Chondriosomen und anderer-

seits junge Plastiden. Diese Gebilde haben verschiedene Entwicklung: Erstere behalten in den erwachsenen Zellen ihr Aussehen und ihre histochemischen Reaktionen bei, während die zweiten sich in Amylo-, Chloro- und Chromoplasten verwandeln[1]).

Den Behauptungen RUDOLPHs haben SAPEHIN, SCHERRER, MOTTIER und NOACK zugestimmt.

MOTTIER (16) beobachtet in den meristematischen Zellen der Phanerogamen Chondriosomen und fadenartige Gebilde von demselben Aussehen wie diese, wenn auch etwas dicker, welche er „Primordia der Plastiden" nennt, weil aus ihnen die Plastiden entstehen.

NOACK (17) behauptet, daß in *Elodea*-Blättern von 500 μ Länge die Plastiden „eine gewisse Ähnlichkeit mit Chondriosomen zeigen", und daß „noch schwieriger wird die Deutung in Mesophyllzellen etwa 300 μ langer Blätter". . . . . . „Die langgestreckten Formen" — fügt er hinzu — „sind häufig vertreten und nähern sich manchmal in Gestalt und Größe so stark den größeren Chondriosomen, daß es bisweilen schwierig ist, diese beiden Gebilde zu unterscheiden."

Wenn, wie wir schon aus dieser bloßen Darstellung sehen können, die von den genannten zwei Forschern angeführten Tatsachen als Beweis für die Theorie der Individualität der Plastiden bei den Phanerogamen wenig überzeugend sind[2]), so bilden da-

1) Ziemlich ähnlich ist die Ansicht von DANGEARD (5, 6). Dieser stellt in den meristematischen Zellen drei verschiedene Gebilde fest, nämlich das Sphärom, das Vakuom und das Plastidom. Das erstere, das von den Mikrosomen gebildet würde, interessiert uns hier nicht. Das Vakuom, d. h. das Vakuolarsystem, wird in den meristematischen Zellen von kleinen, runden oder länglichen, mit Metachromatin gefüllten Vakuolen gebildet. Dieses sogenannte Vakuom würde nach DANGEARD demjenigen Gebilde entsprechen, das die anderen Autoren als das Chondriom bezeichnen. Das Plastidom, d. h. die Plastidenvereinigung, hätte in den jungen Zellen das gleiche Aussehen wie die Anfangsstadien des obengenannten Vakuoms. (Siehe auch: ALVARADO (3).)

2) Das Unterscheidungsmerkmal, das nach MOTTIER die Chondriosomen von den „Primordia" der Plastiden trennt, ist, wie schon GUILLIERMOND (12) bemerkt hat, ganz und gar ungenügend, weil es bloß „sur une différence de dimension" beruht. Die Chondriosomen aber können sehr verschiedene Größen haben, in den Pflanzen- sowie in den tierischen Zellen.

Derselbe Fehler liegt in den Ergebnissen von NOACK vor. Er bemerkt, daß die Größe der Plastiden nach der Vegetationsspitze abnimmt. In den obengenannten 500 μ langen Blättern sollen die Plastiden eine gewisse Ähnlichkeit mit den Chondriosomen zeigen; in denjenigen von 300 μ Länge soll diese Ähnlichkeit nach Größe und Form so groß sein, daß es zuweilen schwierig ist, beide Gebilde auseinanderzuhalten. (Siehe auch FRIEDRICHS (8)).

gegen die Untersuchungsergebnisse von SAPEHIN, SCHERRER und MOTTIER bei den Bryophyten einen sicheren Anhalt dafür.

SAPEHIN (20, 21, 22) verfolgt die Entwicklung der Plastiden durch den ganzen Entwicklungskreis einiger Moose. In den Sporen findet er viele Plastiden, aus welchen die des Protonemas entstehen; aus diesen gingen die der Apikalzelle des Stämmchens hervor, welche ihrerseits alle Plastiden dieses Organes und der Blätter erzeugen. Aus den Plastiden von gewissen Zellen des Stammes gingen weiter die jener Trichome hervor, die sich in Antheridien und Archegonien verwandeln. Die Eizelle führte viele Plastiden, die Spermatozoiden aber nur eine. Aus den Plastiden der Zygote entständen die der Apikalzelle des Embryos und aus diesen die des Sporogons. Diejenigen Zellen, welche dazu bestimmt wären, das Archespor zu bilden, führten viele Plastiden; durch aufeinanderfolgende Teilungen würde aber bewirkt, daß die jungen Sporen nur je eine Plastide enthalten. Diese einzige Plastide bei den jungen Sporen vervielfältigte sich, so daß die ausgewachsenen Sporen schließlich mehrere hätten. Neben den Plastiden hat SAPEHIN bei allen untersuchten Moosen (*Polytrichum*, *Funaria*, *Bryum*, *Mnium*) das Chondriom gefunden.

SCHERRER (23, 24) findet in den zahlreichen Apikalzellen des Thallusrandes von *Anthoceros* ein entwickeltes Chromatophor, welches sich durch Einschnürung vervielfältigt und die sämtlichen Chromatophoren des Thallus hervorbringen soll. Die Spermatozoiden hätten keine Chromatophoren. Die Zellen der Archegonien, einschließlich der Eizelle selbst, enthielten ein Chromatophor, und das gleiche wäre bei allen Embryozellen der Fall. In dem Archespor nähmen die Chromatophoren (jeweils eines pro Zelle) ein halbmondförmiges Aussehen an; in der Spore verlören die Chromatophoren während der Exinebildung allmählich ihre Farbe; bei der Keimung aber nähmen sie von neuem die grüne Farbe an, wodurch der Eintritt ihrer Tätigkeit angezeigt würde. In der Apikalzelle konnte SCHERRER keine Chondriosomen finden.

MOTTIER (16) stellt in jeder Apikalzelle von *Marchantia* rundliche Chloroplasten mit ihren Primordien fest und gleichzeitig Chondriosomen. Bei *Anthoceros laevis* hat er alle Ausführungen SCHERRERs mit Bezug auf *A. Husnoti* bestätigt, wobei er außerdem das Chondriom der Apikalzelle fand, welches SCHERRER, wie gesagt, nicht entdecken konnte.

Tatsächlich ist demnach festgestellt, daß in der Apikalzelle der Gametophyten der Muscineen neben den Chondriosomen in völliger morphologischer Unabhängigkeit Plastiden bestehen. In-

folgedessen dürften wir also annehmen, daß in diesen Pflanzen die Plastiden und die Chondriosomen durchaus verschiedene Gebilde sind. Bei den Bryophyten würden sich die Plastiden aus schon bestehenden Plastiden entwickeln, welche mit den Chondriosomen weder Verwandtschaft noch Ähnlichkeit besäßen.

Diese Befunde mit den Ergebnissen bei den Phanerogamen in Verbindung zu bringen, bei welchen die Plastiden aus Gebilden von chondriosomenartigem Aussehen mit dem histochemischen Charakter der Chondriosomen entstehen, ist von großer Wichtigkeit.

Das Problem wäre in zweierlei Weise zu lösen. Erstens, wenn durch eine neue histologische Methode bei den mitochondrienartigen Gebilden des Meristems der Phanerogamen chemische Unterschiede entdeckt werden könnten, aus welchen wir schließen dürften, daß die Elemente, aus denen diese Gebilde bestehen, untereinander nicht gleich sind, sondern eine Mischung zweier ganz verschiedener Kategorien von Zellularorganen darstellen, und zwar einerseits die des Chondrioms, d. h. die wirklichen Chondriosomen, und andererseits die der jüngsten Stufen des Plastidoms, d. h. des Chromatophorensystems SCHIMPERs; zweitens, falls es uns gelänge, zu beweisen, daß bei den Moosen die Plastiden der Apikalzellen aus der Differenzierung von mitochondrienartigen Elementen entstehen wie dies bei den höheren Pflanzen der Fall ist.

Um zu der Lösung des Problems beizutragen, habe ich meine früheren Untersuchungen bei den Phanerogamen (2, 3, 4) auf die Muscineen ausgedehnt. Aus den Ergebnissen meiner noch nicht abgeschlossenen Beobachtungen nehme ich heute diejenigen heraus, die auf den Ursprung der Plastiden bei den Paraphysen von *Mnium cuspidatum* Bezug haben.

II. Methodisches.

Meine Untersuchungen wurden mittels der ersten Variante der Silberimprägnationsmethode von ACHÚCARRO und RIO-HORTEGA (18) vorgenommen. Es sei mir gestattet, die verschiedenen Phasen dieses Verfahrens hier kurz zusammenzustellen. Die Einzelheiten davon habe ich schon in zwei vorangegangenen Abhandlungen (2, 4) behandelt.

1. Fixierung in 10%iger Formollösung während mehr als 5 oder 6 Tagen.
2. Einbetten in Celloidin.
3. Behandlung der Schnitte unter 50° Erwärmung mit einer 3%igen wässerigen Tanninlösung.
4. Waschen in verdünntem Ammoniak.

5. Imprägnierung der Schnitte in einer verdünnten ammoniakalischen Silberlösung von BIELSCHOWSKY.
6. Waschen in destilliertem Wasser.
7. Vergolden der Schnitte bei 50° mit einer Lösung von gelbem Goldchlorid im Verhältnis 1 : 500.
8. Fixierung der Schnitte in einer konzentrierten Fixiernatronlösung.
9. Aqua destillata, Alkohol, Kreosot (oder noch besser eine Mischung von Karbol-Xylol-Kreosot), Kanadabalsam.

Die Schnitte muß man mit gebogenen Glasnadeln handhaben. Während der sämtlichen Manipulationen kann das Celloidin beibehalten werden.

Wenn die Färbung gut gelungen ist, dann bleibt das Protoplasma fast farblos, während der Zellkern sich schwach violett färbt und der Nukleolus, die Chondriosomen und die Plastiden stark violett, ja ziemlich schwarz gefärbt werden, je nach der Intensität der Imprägnierung.

III. Ergebnisse der Untersuchung.

Die vorzeitige Differenzierung der Zellen, welche durch die Teilung der Apikalzelle der Moose entstehen, erschwert außerordentlich die Beobachtung des Chloroplastenursprunges in dem Stämmchen. Aber bei den Paraphysen, wenigstens in denen von *Mnium cuspidatum,* kann man deutlich ihre Entstehung aus chondriosomenartigen Gebilden erkennen.

Wie bekannt, werden bei den weiblichen Pflanzen dieser Art die Paraphysen durch eine einzige Zellenreihe gebildet. Ihr Ursprung ist eine Auswölbung einer oberflächlichen Zelle in der Nähe der Apikalzelle des Stammes; diese Wölbung wird durch eine Wand von der Mutterzelle getrennt und bildet die erste Zelle der Paraphyse. Hinter dieser entstehen eine Reihe weiterer Zellen.

Gerade diese allmähliche Bildung der Paraphysenzellen hat es mir möglich gemacht, die Entstehung der Chloroplasten in ihren verschiedenen Stufen zu verfolgen, da dieselbe in diesen Zellen gleichfalls in fortschreitender Weise vor sich geht.

Die Zellen der Vegetationsspitze, auf deren Kosten sich die Paraphysen bilden, sind von geringer Größe (Fig. 1) und enthalten einen kleinen Kern mit einem kräftigen Nukleolus. In dem Protoplasma zeigt die Methode von ACHÚCARRO und RIO-HORTEGA das Vorhandensein von reichlichen Chondriosomen. Die Mehrzahl derselben sind langgestreckte Chondriokonten mit ihren typischen keulenartigen Enden. Die kugelförmigen Mitochondrien und die

kurzen Stäbchen sind selten. Es fehlt in diesen Zellen jedes Gebilde, welches auf das Vorhandensein von Plastiden schließen ließe.

In den anfänglichen Auswölbungen der Paraphysen, welche an einer dieser Zellen entstehen, bemerkt man im Protoplasma das Vorhandensein zahlreicher Chondriosomen. Einige von ihnen haben die Gestalt von Mitochondrien und andere die von Chondriokonten. Zuweilen gibt es solche, deren hantelförmiges Aussehen man als Teilungszustand deuten könnte; andere sind aber, wie wir alsbald sehen werden, Chondriokonten in den Anfangsphasen ihres Längenwachstums (Fig. 2).

In den etwas vorgeschrittenen Paraphysen, z. B. solchen, die von zwei oder drei Zellen gebildet sind, bemerkt man kugelförmige Mitochondrien in geringerer Anzahl und zahlreiche Chondriokonten von verschiedener Größe. Man kann leicht eine Reihe von Übergangsformen beobachten, welche die kurzen keulenförmigen Stäbchen mit den langgestreckten Chondriokonten verbinden. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß die letzteren aus der Verlängerung der ersteren entstanden sind. In Fig. 3 ist das Chondriom einer jungen, nur zweizelligen Paraphyse dargestellt.

Bei den älteren Paraphysen zeigt sich eine Verdickung mancher Mitochondrien und so auch verschiedener Chondriokonten. Die letzteren verdicken sich nicht gleichmäßig in ihrer ganzen Länge, sondern vorzugsweise in dem ursprünglich bereits verdickten Ende. Indessen weisen sie mitunter Zwischenverdickungen auf, welche ihnen gelegentlich das Aussehen von dicken Chondriomiten verleihen (Fig. 4).

Diese Verdickung bei einigen Chondriosomen stellt das Anfangsstadium der Plastiden dar. Man sieht tatsächlich in einigen Zellen (Fig. 5) das Erscheinen kleiner Vakuolen in den knotenartigen Mitochondrien und ebenso in den Anschwellungen an der Mitte sowie an dem Ende der Chondriosomen. Das Aussehen dieser vakuolenführenden Chondriosomen ist vollständig identisch mit solchen, wie sie GUILLIERMOND (11, 12) und MEVES (14, 15) bei einigen Phanerogamen während der Bildung der Stärkekörner beschrieben und abgebildet haben. Auch ähneln sie solchen, wie sie GUILLIERMOND (9) in den Hyphen verschiedener Pilze beschrieben hat, und solchen, wie sie POLICARD, DUBREIL und andere in den tierischen Zellen während der Absonderung von verschiedenen Substanzen (Fett z. B.) beobachtet haben. Die Vakuolen, welche sich im Innern unserer Chondriosomen bilden, sind gleichfalls erzeugt durch die Absonderung einer Substanz, und zwar von Stärke, wie wir gleich sehen werden.

Diese aktiven Chondriosomen können ebensowohl dem Mitochondriatypus als auch dem der Chondriokonten entsprechen. In letzterem Falle können in jedem Chondriokonten eine, zwei oder mehr Vakuolen erscheinen, welche infolge ihres ungleichen Wuchses allmählich die bisher regelmäßige Form der Chondriokonten verändern (Fig. 5, 6, 7, 8, 9).

Dieses Wachsen der Vakuolen geht Hand in Hand mit einer Verdickung der eigentlichen Substanz der Chondriosomen, welche dadurch nach und nach den kräftigen Plastidencharakter annimmt (Fig. 6, 7, 8, 9).

Fig. 7 zeigt eine Paraphysenzelle, in welcher die jungen Plastiden durch alle Übergangsformen mit den typischen Chondriosomen verbunden sind. Die Plastiden, welche aus Mitochondrien oder aus abgeschnürten Enden gewisser Chondriokonten hervorgehen, zeigen mehr oder weniger ovale Form. Diejenigen, welche ihren Ursprung den fadenartigen Chondriosomen verdanken, sind ebenfalls länglich und zeigen verdickte Stellen, die gewöhnlich den Plätzen der Vakuolen entsprechen. Diese Verdickungen sind durch mehr oder weniger gekrümmte fadenartige Stränge miteinander verbunden.

In einer späteren Phase, wie aus den Fig. 8 und 9 ersichtlich, macht sich die Verdickung ebensowohl in der umschließenden mitochondrialen Rinde der Vakuolen als auch in den fadenartigen Strängen bemerkbar. Bei der Betrachtung der so geformten Körper kann es keinem Zweifel unterliegen, daß es sich um wirkliche Plastiden, wenn auch von eigenartigem Aussehen, handelt. Wenn wir lebendes Material beobachten, so zeigen sie deutlich das Vorhandensein von Chlorophyll: diese Körper sind also Chloroplasten.

Später verdicken sich diese jungen Chloroplasten noch mehr, die Anschwellungen werden stärker, die Vakuolen verschwinden nach und nach, indem die in ihnen enthaltene Substanz resorbiert wird, und die Verbindungsstränge brechen manchmal entzwei, wobei sie die verdickten Enden freigeben, oder sie werden kürzer und ziehen also die Enden zusammen. Alle diese verschiedenen Phasen sind in Fig. 10 ersichtlich.

Die nahezu ausgewachsenen Zellen der Paraphysen enthalten schließlich zwei voneinander gänzlich verschieden aussehende Gebilde, nämlich einerseits rundliche, ovale oder längliche mit verdickten Enden, die Chloroplasten, und andererseits Chondriosomen von verschiedener Form (Fig. 10).

Zuletzt nehmen die Chloroplasten entweder durch Trennung der verdickten Enden mittels Einschnürung oder durch Verkürzung

der Zwischenstücke eine rundliche Form an (Fig. 11), wobei sie das Ende ihrer Entwicklung und mit dieser den erwachsenen Zustand erreicht haben.

Die Verwandlung der Chondriosomen in Plastiden geschieht, wie aus den Zeichnungen ersichtlich ist, vorzugsweise in der Nähe des Zellkernes, ein bei den Pflanzenzellen allgemeiner Vorgang.

Was das Ausscheidungsprodukt anbelangt, das in den Vakuolen der Chondriosomen und denjenigen der aus ihnen gebildeten Plastiden enthalten ist, so läßt uns das Vorhandensein eines schwarzen Punktes in ihrer Mitte darauf schließen, daß es sich um ein Stärkekorn handelt, dessen Hilum durch die Silbertanninmethode schwarz gefärbt wird, und zwar aus folgendem Grunde. Wie ich in meiner Abhandlung „Plastosomas y leucoplastos en algunas Fanerógamas“ nachgewiesen habe, ist die erste Variante, welche mein Lehrer RIO-HORTEGA (18) in die Methode von ACHÚCARRO (1) eingeführt hat, dazu fähig, in gewisser Weise die Stärkekörner zu färben, und zwar von ihrem Ursprung an. Das Hilum wird intensiv schwarz, während die übrige Substanz des Stärkekorns abwechselnd farblose und dunkelviolette Schichten zeigt, welche jeweils den substanzärmeren und substanzreicheren Schichten des Kornes entsprechen. Der „silbergierige“ Teil des Stärkekorns ist das Hilum und daher am leichtesten zu färben, unter Umständen sogar der einzige, der sich überhaupt färbt. Durch Vergleich vieler und untereinander sehr verschiedener Fälle mit den in dieser Arbeit beschriebenen gelangen wir zu dem Schlusse, daß der Zentralpunkt, der in vielen Vakuolen der jungen Plastiden von *Mnium*-Paraphysen erscheint, das Hilum eines Stärkekornes ist.

IV. Erörterungen und Schlußfolgerungen.

Wie leicht verständlich, sind meine Beobachtungen über die Entstehung der Plastiden aus Chondriosomen bei den Paraphysen von *Mnium cuspidatum* nicht ohne Schwierigkeit mit den von SAPEHIN, SCHERRER und MOTTIER festgestellten Tatsachen in Einklang zu bringen, denn diese Forscher behaupten, daß die Apikalzelle der Bryophyten bereits Chloroplasten enthält, aus denen durch Teilung alle Plastiden des Stämmchens und der Blätter entstehen sollen.

Meine Untersuchungen über den Ursprung der Plastiden in diesen Organen sind noch nicht abgeschlossen, und so werde ich die Behandlung dieses Gegenstandes bei künftiger Gelegenheit wieder aufnehmen. Für dieses Mal beschränke ich mich darauf, die Aufmerksamkeit auf drei Punkte zu lenken, durch welche

sich meine Ergebnisse mit denen der genannten Autoren ververeinigen lassen.

1. Man denke zuerst an den besonderen Charakter der Apikalzelle des Muscineensprosses. Diese entsteht nicht aus embryonalen, undifferenzierten Zellen wie die der Vegetationsspitze bei den Phanerogamen, sondern aus bereits spezialisierten Zellen, wie es die grünen assimilierenden Zellen des Protonemas sind.

Man müßte daher den Ursprung der Chloroplasten genau feststellen, die in der Spore während ihrer Keimung vorhanden sind, da dieselben vielleicht nicht aus den Chloroplasten entstehen, welche bei der Reife der Sporen im Sporogon sich vorfinden, sondern möglicherweise später durch Differenzierung von Mitochondrien. Der Umstand, daß nach SCHERRER (23, 24) bei *Anthoceros* das typische halbmondförmige Chromatophor der Archesporzellen in den Sporen die Form einer „flachen Scheibe“ annimmt und während der Exinebildung die Farbe verliert, um späterhin bei der Keimung der Spore wieder zu ergrünen, dieser Umstand stellt vielleicht eine Unterbrechung in dem Entwicklungsgange der Chloroplasten dar, parallel derjenigen, welche bei den Phanerogamen die vor der Samenreife in dem Embryo entstehenden Leukoplasten von denjenigen trennt, die nachher bei der Samenkeimung in dem Embryo tätig sind. Das letztere Problem verursachte die bekannte Polemik zwischen SCHIMPER und BELZUNG (1887) über den Ursprung der Plastiden und wurde schließlich als im Sinne von SCHIMPER gelöst erachtet, indem angenommen wurde, daß die in den Embryonen während ihrer Keimung tätigen Plastiden dieselben seien, welche vorher die Reservestärke erzeugten. Aber wie GUILLIERMOND (10) und ich (2) nachgewiesen haben, wird die in den Embryonen während der Keimung erscheinende Stärke in Chondriosomen gebildet oder auch in den Plastiden, die aus jenen durch Wachstum entstehen. Die Plastiden dagegen, welche die Reservestärke erzeugen, verschwinden vollständig während des Reifevorganges.

In dem Falle, daß die Chloroplasten von *Mnium* tatsächlich durch Differenzierung aus Chondriosomen der Spore entständen, wäre es nicht befremdend, wenn in gewissen Zellen der Gametophyten, z. B. in den Paraphysen, eine Neubildung derselben stattfände.

2. Behauptet man, daß die Spore vom Sporophyten neben den Chondriosomen auch ausgebildete Plastiden mitbekäme, welche dann in das Protonema übergingen, so wäre das mit der Theorie der Entstehung der Plastiden aus Chondriosomen ohne Schwierig-

keit zu vereinbaren. In der Tat erfolgt die Chlorophyllbildung bei den Muscineen, wie GUILLIERMOND (13) bemerkt, in ununterbrochener Weise. Das ist also wohl so zu deuten, daß, da die Chloroplasten teilungsfähig sind, manche von diesen in die Sporen übergehen und ihr Leben im Gametophyten fortsetzen, welcher bei der Sporenkeimung entsteht. Das Vorhandensein von Plastiden in der Apikalzelle des Muscineenstämmchens, ja auch in den Sporen, ist mithin nicht damit unvereinbar, daß in gewissen Zellen dieser Pflanzen sich neue Chloroplasten durch Umwandlung von Chondriosomen bilden.

3. Meine Ergebnisse wären auch durch Vermittlung der EMBERGERschen Entdeckungen mit denen von SAPEHIN, SCHERRER und MOTTIER in Einklang zu bringen. EMBERGER hat in der Tat beobachtet, daß bei den Farnen während der Bildung der Sexualzellen die Chloroplasten in der Größe allmählich zurückgehen, die Farbe verlieren und sich schließlich in Chondriosomen verwandeln. Es könnte sich wohl in den Muscineen der Fall der Filicinen wiederholen. In der Tat ist die Stelle, wo bei *Mnium* die Paraphysen entstehen, die gleiche, wo die die Antheridien oder Archegonien bildenden Trichome erscheinen. In diesem Falle wären die den Chloroplasten vorausgehenden Chondriosomen bei den *Mnium*-Paraphysen das Ergebnis des Rücklaufes von früheren Chloroplasten, welche sich durch Teilung von Chloroplasten der Apikalzelle gebildet hätten.

Allein solange diese Frage nicht entschieden ist und in Anbetracht der Unmöglichkeit, die mitochondrienähnlichen Gebilde, aus welchen die Plastiden entstehen, nach ihrer Form oder nach ihren histochemischen Charakteren von denjenigen Gebilden zu unterscheiden, die in den erwachsenen Zellen unverändert bleiben und das Chondriom darstellen, erscheint es mir erlaubt, aus meinen Untersuchungen die nachstehenden Schlüsse zu ziehen:

1. Bei den Muscineen existieren zum mindesten gewisse Chloroplasten, deren Ursprung wie bei den höheren Pflanzen ein Chondriosom ist.

2. Der Verlauf der Umwandlung der Chondriosomen in Chloroplasten ist durchaus identisch mit dem Vorgange, wie ihn verschiedene Forscher bei den Phanerogamen beobachtet haben.

3. Die Chloroplasten der *Mnium*-Paraphysen sind also bloß Chondriosomen, die sich zur Kohlensäuse-Assimilation differenziert haben.

Ich muß schließlich darauf hinweisen, daß die Übereinstimmung meiner Ergebnisse bei den Muscineen mit denen anderer Forscher bei den Phanerogamen um so beachtenswerter ist, als die Unter-

suchungsmethode, die ich angewandt habe, sich gänzlich von den Methoden der genannten Beobachter unterscheidet.

Die vorliegende Mitteilung wurde während des verflossenen Sommers im Pflanzenphysiologischen Institut der Berliner Universität ausgearbeitet. Dem Herrn Direktor, Geh. Rat Prof. Dr. HARERLANDT, bin ich für viele wertvolle Anregungen großen Dank schuldig. Seiner Freundlichkeit ist es ferner zuzuschreiben, daß mir an der genannten Stelle ein Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt wurde.

Literaturverzeichnis.

1. ACHÙCARRO, Nuevo método para el estudio de la neuroglia y del tejido conjuntivo. Bol. de la Soc. española de Biol., T. I (1911—12).
2. ALVARADO, Plastosomas y leucoplastos en algunas fanerógamas. Trab. del Mus. Nac. de Ciencias Nat. de Madrid, Ser. Bot. n. 13 (1918). Und. Trab. del Lab. de Invest. biol. de la Universidad de Madrid, T. XVI (1918).
3. —, El condrioma y el sistema vacuolar en las células vegetales. Bol. de la R. Soc. española de Hist. Nat., T. XVIII (1918).
4. —, Sobre el estudio del condrioma de la célula vegetal con el método táno-argéntico. Bol. de la Soc. española de Hist. Nat., T. XVIII (1918).
5. DANGEARD, Sur la nature du chondriome et son rôle dans la cellule. C. R. Ac. Sc. (1918).
6. —, Nouvelles recherches sur la nature du chondriome et ses rapports avec le système vacuolaire. Bull. Soc. Bot. de Fr. (1919).
7. EMBEBGER, Etude citologique des organes sexuelles des Fougères. C. R. Ac. Sc. (1920).
8. FRIEDRICHS, Die Entstehung der Chromatophoren aus Chondriosomen bei *Helodea canadensis* Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 61 (1922).
9. GUILLIERMOND, Sur le rôle du chondriome dans l'élaboration des produits de reserve des champignons. C. R. Ac. Sc. (1913).
10. —, Sur la formation de l'amidon dans l'embryon avant la maduration de la graine. C. R. Soc. de Biol., T. LXXIV (1914).
11. —, Sur la signification du chondriome. Rev. Gen. de Bot., T. XXX (1918).
12. —, Sur l'origine mitochondriale des plastides. Ann. des Sc. Nat., 10. Ser., T. I (1919).
13. —, Sur l'evolution du chondriome dans la cellule végétale. C. R. Ac. Sc. (1920).
14. MEVES, Historisch - kritische Untersuchungen über die Plastosomen der Pflanzenzellen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. LXXXIX, Abt. I (1917).
15. —, Über Umwandlung von Plastosomen in Sekretkügelchen, nach Beobachtungen an Pflanzenzellen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. XC, Abt. I (1918).
16. MOTTIER, Chondriosomes and the Primordia of chloroplasts and leucoplasts. Ann. of Bot., T. XXXII (1918).
17. NOACK, Untersuchungen über die Individualität der Plastiden bei Phanerogamen. Zeitschr. f. Bot., Bd. XIII (1921)
18. RIO-HORTEGA, Nuevas reglas para la coloración constante de las formaciones conectivas por el método de ACHÚCARRO. Trab. del Lab. de Invest. biol. de la Universidad de Madrid, T. XIV (1916).

19. RUDOLPH, Chondriosomen und Chromatophoren. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. XXX (1912).
20. SAPEHIN, Über das Verhalten der Plastiden in sporogenem Gewebe. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. XXIX (1911).
21. —, Untersuchungen über die Individualität der Plastiden. Ber. d. D. Bot. Ges, Bd. XXXI (1913).
22. —, Ein Beweis der Individualität der Plastide. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. XXXI (1913).
23. SCHERRER, Die Chromatophoren und Chondriosomen von *Anthoceros*. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. XXXI (1913).
24. —, Untersuchungen über Bau und Vermehrung der Chromatophoren und das Vorkommen von Chondriosomen bei *Anthoceros*. Flora, Bd. CVII (1915).

Erklärung der Abbildungen.

Die Abbildungen der Tafel I sind mit LEITZ' hom. Imm. 1/12" und Ok. 4 unter Benutzung des ABBEschen Zeichenapparates bei Projektion auf Tischhöhe entworfen.

Die Präparate waren mit der „ersten Variante" der Tanninsilberimprägnationsmethode von ACHÚCARRO und RIO-HORTEGA gefärbt.

Die Figuren zeigen die Chloroplastenbildung in den Paraphysenzellen der weiblichen Pflanzen von *Mnium cuspidatum*.

Fig. 1. Oberflächenzellen des Stammes, welche Paraphysen bilden. Im Protoplasma sind nur Chondriosomen vorhanden.

Fig. 2. Junge Paraphyse, welche bloß aus der Auswölbung einer Epidermiszelle besteht. Im Protoplasma sind nur Mitochondrien und kurze Chondriokonten.

Fig. 3. Junge Paraphyse, welche nur von zwei Zellen gebildet ist, die bloß Chondriosomen, meistens in Form von fadenartigen Chondriokonten, aufweisen.

Fig. 4. Eine etwas weiter vorgeschrittene Zelle, welche verdickte Mitochondrien und Chondriokonten zeigt.

Fig. 5. Zelle mit Mitochondrien und Chondriokonten, welche Ausscheidungsvakuolen bilden.

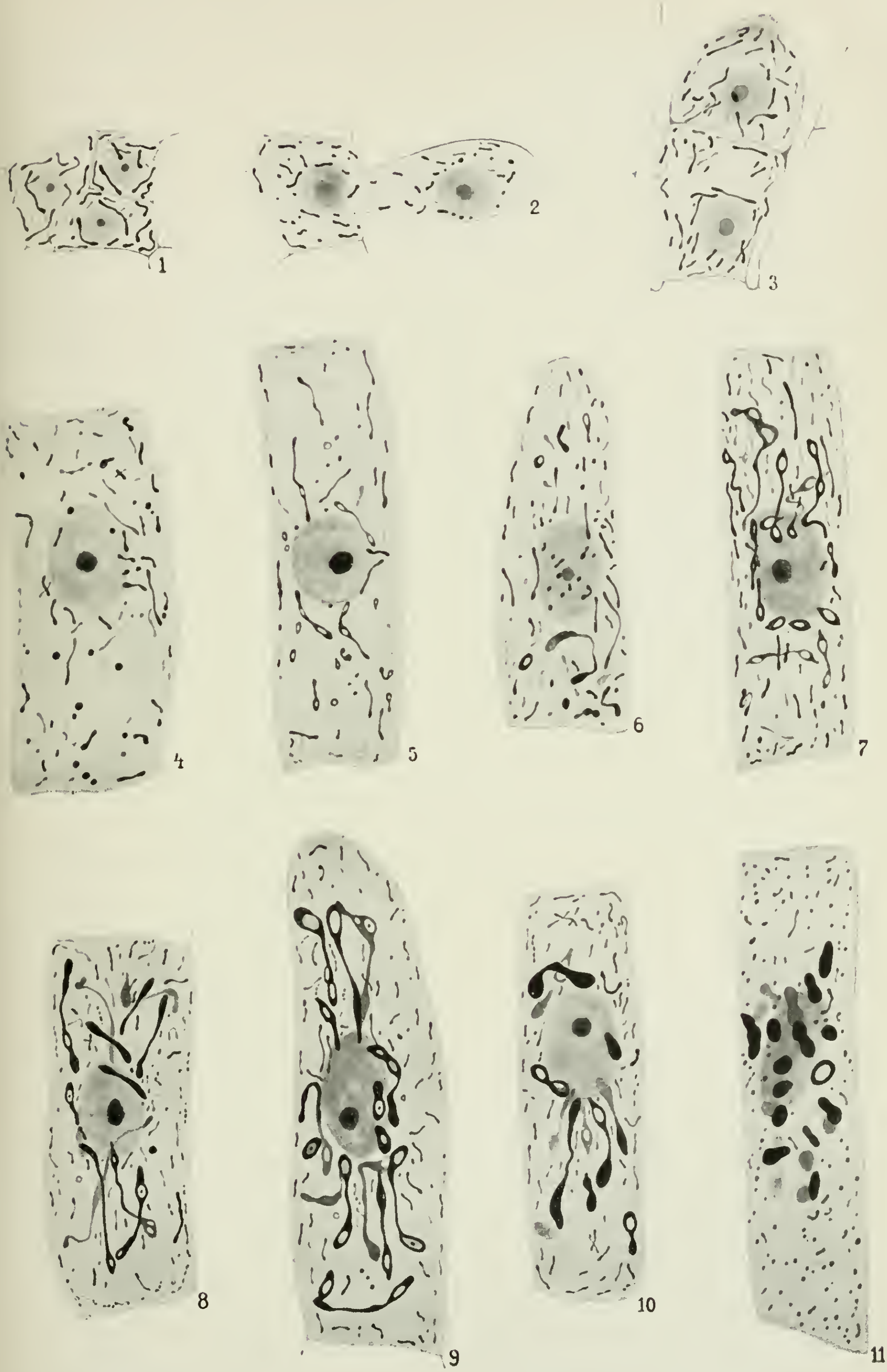
Fig. 6. Eine noch etwas weiter vorgeschrittene Phase wie die vorhergehende.

Fig. 7. Die „aktiven Chondriosomen" sind stark gewachsen, ebenso wie ihre Vakuolen, und nehmen das Aussehen von Plastiden an.

Fig. 8 u. 9. Zwei aufeinanderfolgende Zellen einer Paraphyse mit etwas größeren und kräftigeren Plastiden als bei den vorhergehenden. Man bemerkt bei einigen Vakuolen in der Mitte einen schwarzen Punkt, welcher das Hilum eines Stärkekornes ist.

Fig. 10. Zelle mit nahezu ausgebildeten Plastiden. Aufsaugung der Ausscheidungsvakuolen, Verdickung des Somas und Verkürzung bzw. Abschnürung der verdickten Enden.

Fig. 11. Paraphysenzelle mit vollständig ausgebildeten Chloroplasten, von denen mehrere Teilungsphasen zeigen. Bei einem sieht man eine große Vakuole.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

Zur Beachtung!

Innerhalb Deutschlands erhalten die Mitglieder die Berichte durch den Postzeitungsvertrieb. Für pünktliche und regelmäßige Zustellung der Berichte ist **die Post verantwortlich.** Beschwerden über Ausbleiben des Heftes (am Ende jeden Monats mit Ausnahme von August und September) sind innerhalb 4 Wochen an die zuständige Poststelle zu richten, welche **zur kostenlosen Nachlieferung** fehlender Hefte **unbedingt verpflichtet** ist. **Bei Wohnungswechsel** ist die Umleitung der Zeitschrift bei dem zuständigen Postamt unter Beifügung einer Umschreibegebühr von 60 M. **unter allen Umständen** zu beantragen, da sonst leicht Hefte verloren gehen können. Zugleich ist der Wohnungswechsel der Mitglieder auch Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15, bekanntzugeben.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1923 mit genauer Angabe der Adresse des Absenders und vollständig druckreif an Herrn Prof. Dr. H. Miehe, Berlin-Lichterfelde-West, Stubenrauchstr. 10, zu senden. Den Mitgliedern können kostenlos nur 2 Arbeiten von je 6 Druckseiten in normalem Druck und der Raum einer Seite für Textfiguren in Strichätzung jährlich zugestanden werden. Alle Mehrkosten, die durch Ueberschreiten der im Vorstehenden festgesetzten Bedingungen entstehen, insbesondere auch die Kosten für Petitdruck im Text und Druck von Tabellen, sind vom Autor zu tragen. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke und Korrekturen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen sind zu senden an Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1923.

Für die Generalversammlung: R. v. Wettstein, Präsident; E. v. Tschermak, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: H. Miehe, Vorsitzender, A. Zimmermann, 1. Stellvertreter; H. Harms, 2. Stellvertreter; B. Leisering 1. Schriftführer; R. Pilger, 2. Schriftführer; K. Snell, 3. Schriftführer; Schatzmeister: E. Tiegs.

Redaktionskommission: H. Miehe, B. Leisering, R. Pilger, K. Snell A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): A. Weiße, L. Diels, F. Herrig, R. Kolkwitz, F. Duysen.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Werden mehr als 50 Abzüge gewünscht, so muß die Bestellung der Ueberzahl vor der letzten Korrektur erfolgen; die Kosten für die Mehrabzüge werden besonders berechnet und sind vom Verfasser zu tragen.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68.

BAND XLI. JAHRGANG 1923. HEFT 3.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

AUSGEGEBEN AM 26. APRIL 1923.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a.
1923.

Made in Germany

Inhaltsangabe zu Heft 3

Nächste Sitzung der Gesellschaft **Freitag, den 27. April 1923,** abends 7 Uhr, im **Hörsaal des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität, Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Straße 1.

Übersicht über die Mitgliederbeiträge

		Jahresbeitrag einschl. Berichte	Preis der Berichte im Buchhandel am 1. IV. 23	Vorzugspreis für das Botan. Zentralbl.[1]) 1. Halbbd.	Preis des Botan. Zentralblattes im Buchhandel am 8. 3. 23
Deutschland . . .	Mk.	**5000.**—	75000,—	1200,—	1600,—
Amerika	$	5,—	7,50	1,50	2.—
Belgien/Luxemburg	Frcs.	25,—	112,50	18,75	25,—
Dänemark	Kr.	18,—	33,75	6,80	9,—
England	Sh.	20,—	30,—	6,5	8.6
Frankreich . . .	Frcs.	25,—	93,75	18,75	25.—
Holland	Gld.	12.5	18,75	3,80	5,—
Italien	Lire	25,—	112,50	22,50	30,—
Japan	Yen	5,—	15,—	Sh. 6,5	Sh. 8,6
Norwegen	Kr.	18,—	37,50	7,50	10,—
Schweden	Kr.	18,—	26,25	5,30	7,—
Schweiz	Frcs.	25,—	37,50	7,50	10.—
Spanien	Pes.	25,—	37,50	7,50	10,—
Tschechoslowakei .	Kr.	25,—	168,75	33,75	45.—

An die Mitglieder, die ihren Wohnsitz in einem Lande haben, in denen die deutsche Markwährung höher ist als am 1. Juli 1914 (z. B. Österreich, Rußland), erfolgt Lieferung der Berichte zu dem für Deutschland geltenden Preise, außerdem sind noch die Versandkosten zu ersetzen.

Alle Geldsendungen werden franko erbeten entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“ oder an den Schatzmeister, Dr. E. TIEGS, Berlin-Steglitz, Bismarckstr. 66, an den man auch alle auf die Bezahlung der Beiträge bezüglichen Schriftstücke gelangen lassen wolle. Zahlungen aus dem Auslande, die nach § 12 der Satzungen laut obiger Aufstellung in der bei den einzelnen Ländern angegebenen, also nicht in deutscher Währung zu erfolgen haben, erbitten wir nur durch Bankscheck oder in Noten.

Es wird gebeten, bei Anfragen Rückporto beilegen zu wollen.

---

1) Erscheint bei GUSTAV FISCHER, Jena, Postscheckkonto: Erfurt Nr. 986 Es wird gebeten, das Botan. Zentralblatt direkt beim Verleger zu bestellen.

Zu den oben angegebenen Vorzugspreisen kommen noch die Portospesen für die direkte Zusendung, die sich für Deutschland für den laufenden 1. Halbband des zweiten Bandes auf M. 380,— und für den 2. Halbband auf M. 600,— stellen. Die Berechnung des Portos für das Ausland erfolgt auf der Basis eines halben Schweizer Franken.

Sitzung vom 23. März 1923.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Beger, Dr. **Herbert** in **Dresden,** Lüttichaustr. (durch O. DRUDE und F. NEGER),

Bonrath, Dr. **Wilhelm,** Wissensch. Mitarbeiter der Farbenfabr. vorm. FRIEDR. BAYER & Co. in **Leverkusen** b. Köln, Landw. Abteilung (durch P. ESSER und R. LIESKE),

Budde, Dr. **Hermann,** Lehrer in **Breckerfeld** b. Hagen (durch G. SCHELLENBERG und G. TISCHLER),

Christiansen, Werner, cand. phil. et med. in **Kiel-Gaarden,** Stoschstr. 1 (durch G. SCHELLENBERG und G. TISCHLER),

Fischer, Dr. **Gustav** in **Jena** (durch R. KOLKWITZ und E. TIEGS),

Gropengießer, Kurt, Prokurist der Farbenfabr. vorm. FRIEDR. BAYER & Co., Leverkusen b. Köln, in **Opladen,** Wiembachallee 16 (durch P. ESSER und R. LIESKE),

Handel-Mazzetti, Dr. **Heinrich,** Universitäts-Assistent in **Wien III/3,** Rennweg 14 (durch K. KRAUSE und E. TIEGS),

Heckmanns, Franz, Diplom-Landwirt, Wissenschaftl. Mitarbeiter der Farbenfabr. vorm. FRIEDR. BAYER & Co. in **Leverkusen** b. Köln, Landw. Abteilung (durch P. ESSER und R. LIESKE),

Hohenegger, Heinrich, stud. phil. in **Ragnitz** Nr. 100 bei Graz (Österreich) (durch K. LINSBAUER und F. WEBER),

Iwanoff, Dr. **N. N.,** Assistent am Botan. Institut der Universität in **Petersburg** (durch S. KOSTYTSCHEW und E. TIEGS),

Niehus, Johannes, Oberinspektor am Botan. Garten in **Würzburg** (durch H. KNIEP und K. L. NOACK),

Novák, Dr. **Frant. A.,** Dozent der tschech. Univers., Assistent d. pharmazeutisch-botan. Institutes in **Prag II,** Benátská 433 (durch V. ÚLEHLA und S. PRÁT),

Oertel, Adolf, Garteninspektor in **Halle,** Kirchtor 1 (durch G. KARSTEN und H. SIERP),

Paulmann, Dr. **Richard**, Wissensch. Mitarbeiter d. Farbenfabr. vorm. FRIEDR. BAYER & Co. in **Leverkusen** b. Köln, Landw. Abteilung (durch P. ESSER und R. LIESKE),

Rao, Wuppala Lakshmorna, M. A., B. Sc. aus **Borhampur** (Indien), z. Zt. in Tübingen, Wilhelmstr. 88 (durch E. LEHMANN und F. OEHLKERS),

Schimitzek, Hans, stud. forest. in **Wien II**, Ausstellungsstr. 51 (durch B. HUBER und O. PORSCH),

Vinikláŕ, Dr. **Ladislav**, Assistent des botan. Institutes der tschech. Univers. in **Prag II**, Benátská 433 (durch V. ÚLEHLA und S. PRÁT),

Wahl, Dr. **Gustav**, Professor in **Hamburg 37**, Klosterallee 21 (durch H. WINKLER und C. SCHWARZE),

Warth, Gustav, cand. rer. nat. in **Tübingen**, Weizsäckerstr. 17 (durch E. LEHMANN und F. OEHLKERS),

Wassermann, Dr. **Josef** in **München**, Gabelsberger Str. 83 II (durch K. V. GOEBEL und H. BURGEFF),

Zahn, Emil, Inspektor des botan. Gartens der Universität in **Erlangen**, Loschgestr. (durch K. NOACK und H. GRADMANN),

Zander, Dr. **Robert**, Assistent am Botan. Institut in **Halle**, Cröllwitzer Str. 25 (durch G. KARSTEN und H. SIERP).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

Bronsart von Schellendorf, Frl. Dr. **Huberta** in **Hohenheim** b. Stuttgart,
Goebel, Dr. **Franz**, Studienrat in **Neusalz a. d. Oder**,
Himmen, Eugen, stud. chem. in **Greifswald**,
Keißler, Dr. **Karl**, Kustos in **Wien I**,
Kremer, Frl. **Elisabeth**, Studienassessor in **Sorau N.-L.**,
Müller, Justus in **Hamburg 13**,
Petersen, Fritz-Jürgen in **Hamburg 26**,
Rabbow, Hans, cand. phil. in **Greifswald**,
Schlorff, Frl. **Mara** in **Wolgast i. P.**,
Schmidt, Frl. Dr. **Eva** in **Berlin-Lichterfelde**,
Spohr, Dr. **Edmund**, Privatdozent in **Dorpat**,
Timm, Dr. **Rudolf**, Professor in **Hamburg 39**,
Vailionis, Liudas, Dozent in **Kowno**,
von Wettstein, Frau Dr. **Else** in **Berlin-Dahlem**.

Herr E. WERTH legt eine ca. 15jährige weibliche Kiefern-Mistel vor, welche dadurch auffällt, daß sie keine einzige Frucht trägt. Sie stammt aus dem Grunewald bei Berlin, wo die Mistel bekanntlich gar nicht so selten ist. Es würde daher das fast gänzliche Ausbleiben von Früchten (ein paar vereinzelte Reste solcher sind zu erkennen) an dem ziemlich großen Stock schwer zu verstehen sein, wenn die Mistel windblütig wäre. Da die vorliegende Pflanze aber von dem nächsten Mistelbusch ca. 30 m entfernt war, so spricht das Fehlen der Beerenbildung — welch letztere bei gruppenweisem Auftreten der Mistel ganz allgemein und reich stattzufinden pflegt — entschieden zugunsten der Auffassung von der Insektenblütigkeit der Mistel, die in einer demnächst in diesen Berichten erscheinenden Mitteilung vertreten wird. Es wird noch darauf aufmerksam gemacht, daß zur Zeit bei sonnigem Wetter im benachbarten Botanischen Garten jederzeit der sehr reichliche Insektenbesuch der Mistelblüten leicht zu beobachten ist.

Es wird um Mitteilung der unbekannten neuen Anschriften folgender Mitglieder gebeten:

BOROWIKOFF, G. A., bisher in Prag,
GICKLHORN, JOSEF, bisher in Agram,
HAMORAK, Dr. NESTOR, bisher in Wien VII,
MÜLLER, Frl. LENE, bisher in Neuß a. Rh.,
SCHERFFEL, ALADÁR, bisher in Igló,
SENFT, EMANUEL, mag. pharm., bisher in Wien II,
YAMANOUCHI, Prof. Dr. SHIGEO, bisher in Chicago.

Prof. Dr. B. LEISERING, 1. Schriftführer,
Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15.

Mitteilungen.

15. E. Bachmann: Das Lager von Bactrospora dryina (Ach.) Mass.

(Eingegangen 26. Oktober 1922. Vorgetragen in der Februarsitzung 1923.)

Von SYDOW wird dieses Pflänzchen in seinem 1887 erschienenen Werke: „Die Flechten Deutschlands“ (Berlin) unter den Graphidineen angeführt. ZAHLBRUCKNER verweist es, gestützt auf SACCARDO, 20 Jahre später unter die Pilze (vgl. ENGLER und PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien, I. Teil, 1. Abteilung, S. 111). Auch in der Kryptogamenflora für Anfänger, Abteilung Flechten, von LINDAU (Berlin 1913) fehlt sie — mit Unrecht; denn *Bactrospora dryina* ist eine unzweifelhafte Flechte.

Mein Untersuchungsmaterial stammt teils von Höxter in Westfalen, teils aus dichten Eichenwäldern von Adelhausen bei Lörrach im südlichen Baden; letzteres verdanke ich Herrn Dr. LETTAU.

Die Untersuchung wurde an 10 μ dicken Mikrotomschnitten ausgeführt, nachdem sie gemäß dem HEIDENHAINschen Verfahren mit Hämatoxylin gefärbt und in Sudanlösung III eingebettet worden waren. Vom Hämatoxylin färben sich alle Plasmakörper des Flechtenlagers blauschwarz, vom Sudanrot nehmen die verkorkten Wände der Eichenrinde eine grell gelbrote Färbung an. Läßt man, sobald der Sudanfarbstoff gewirkt hat, an seine Stelle Chlorzinkjodlösung unter das Deckglas treten, so färben sich alle Gonidienmembranen weinrot. Der Unterschied zwischen beiden Nüancen des Rot ist so groß, daß eine Verwechslung ganz unmöglich ist. Nach diesen Färbungen heben sich nicht nur die Gonidien durch ihre weinroten Wände und mächtigen, schwarzblauen Plasmaklumpen von ihrer Umgebung, den farblosen Hyphen des Flechtenpilzes mit ihren klein punkt- oder fein strichförmigen Protoplasten ab, es treten auch die leeren Gonidienhüllen in der Epinekralschicht des Thallus deutlich hervor. Ebenso deutlich unterscheiden sich diese Flechtenteile aber auch von den Bestandteilen der Eichenrinde: 1. Rindenparenchym, aus unregelmäßig gestalteten, im allgemeinen rundlichen Zellen bestehend, deren Wände von dem Hämatoxylin schwarz gefärbt worden sind, 2. Korkschichten mit tafelförmigen, dünnwandigen Zellen, deren Wände

trotz ihrer Dünne dank ihrer leuchtend gelbroten Färbung besonders ins Auge fallen.

Wenn das Rindenparenchym, wie meist, die äußerste Lage bildet, wird es von dem Flechtenlager als 40—60 μ mächtiger, weißer, lückenreicher Saum überlagert. Nur wo das Rindenparenchym grübchenartige Vertiefungen hat, kann das Flechtengewebe bis 160 μ mächtig werden. In beiden Fällen ist es rein oberrindig und besteht an den dünnen Stellen aus niedrigen Hügeln, die nur am Grunde zusammenhängen, nach oben hin durch große Lücken voneinander getrennt sind. Noch lockerer, fast korallin, ist der Bau in den Grübchenausfüllungen. Es enthält die beiden Bestandteile aller Flechtenthalli: Gonidien und Pilzhyphen, jene von diesen eng umklammert. Vor der Färbung mit Chlorzinkjodlösung ist jedoch von ersteren nicht viel zu sehen, weil die meisten abgestorben und entleert sind. Lebenskräftige Algenzellen mit blauschwarzen, großen Protoplasten liegen nur am Grunde des dünnen Lagers und reichen bloß ausnahmsweise bis in seine Mitte. Nach Zusatz der Jodlösung werden auch die entleerten Gonidien sichtbar und zwar als blaßweinrote, länglichrunde Flecke; in dünnen Lagerteilen sind sie 1—3-, in dickeren 4—6-, in Grübchenausfüllungen sogar bis 10 schichtig angeordnet. Stellenweise reichen sie bis an die Rindenoberfläche, dann fehlen plasmahaltige Gonidien, und wenn dies auf größere Erstreckung hin statt hat, dann kann der dünne, helle Saum ganz den Eindruck eines Pilzlagers machen, aber nur bevor Chlorzinkjodlösung zugesetzt worden ist.

Das Verhältnis ändert sich vollständig und die Flechtennatur wird unverkennbar, wenn man unterrindige Lagerteile aufsucht. Im Rindenparenchym finden sie sich seltener, weil seine dickwandigen Zellen nicht leicht zersprengt werden. Dennoch kommen hie und da offene Zellen vor, in denen sich bis 3 durch Kleinheit ausgezeichnete, lebenskräftige, plasmareiche Gonidien nebst einigen Umhüllungshyphen angesiedelt haben. Solche unterrindige Zellausfüllungen können bis 100 μ mächtig sein und sind noch von der im Mittel 50 μ mächtigen Epinekralschicht bedeckt. Ganz selten findet man 1 oder 2 Schichten des Rindenparenchyms durch eingedrungene Flechtenbestandteile 60 und selbst 80 μ weit auseinander gedrängt und emporgehoben. Im äußersten Falle habe ich 2 Stockwerke von ziemlich dichtem Flechtenplektenchym, dem in der Nachbarschaft größerer Lücken immer lebenskräftige Gonidien beigemengt waren, gemessen: die oberste Peridermschicht war arg zertrümmert; eines der schwarzen Rindenstückchen ragte bis an die Oberfläche, die anderen waren sämtlich von einer 30—40 μ

mächtigen Epinekralschicht mit 1—2 Schichten leerer Gonidienhüllen überzogen. Von der zweiten Peridermschicht lag ein fast 200 μ langer, schwarzer, zackenbesetzter Balken, rechts und links von dem benachbarten Rindenparenchym losgerissen, unter einem bis 60 μ und über einem 60—80 μ mächtigen Flechtenplektenchym. dieses endlich über unzerstörtem, flechtenfreiem Parenchym. Die Gesamtmächtigkeit des unterrindigen Flechtengewebes erreicht also 140 μ, die des darüberliegenden oberrindigen 40 μ, die Gesamtmächtigkeit mit den eingebetteten Peridermteilen 220 μ. Auffallend ist die Dunkelheit des hypophloeodischen Gewebes nach der Hämatoxylinfärbung; sie rührt von der schwarzblauen Färbung der Protoplasten her, der großen in den Gonidien und der kleinen in den zahlreichen, meist isodiametrischen Hyphenzellen. Jene können über 10, diese bis 2 μ Durchmesser besitzen. Demgegenüber erklärt sich die Helligkeit des oberrindigen Lagerteils daraus, daß es bereits abgestorben oder im Absterben begriffen ist: die Algenzellen sind inhaltsleer, die Zellen des Flechtenpilzes ebenfalls oder nur mit graulichem Plasma erfüllt; daraus, daß seine Aufspeicherungsfähigkeit für Hämatoxylin abgenommen hat, darf man wohl den Schluß auf seine Degeneration ziehen.

Auf dem dünnwandigen Korkgewebe der Rinde habe ich hypophloeodisches Flechtengewebe am schönsten gesehen, wenn es das schwarze Rindenparenchym in senkrecht nach außen strebenden Schichten durchbrochen hatte. Dann gelingt es den Flechtenbestandteilen leicht, die Korkschichten zu sprengen und fächerähnlich auseinander zu spreizen, wobei sie immer tiefer in die entstandenen Winkel eindringen und sich an deren Außenseite beträchtlich vermehren. Diese Winkel können bis zu 213 μ Tiefe mit lebenskräftigen Gonidien gefüllt sein. Darüber breitet sich noch eine 20—50 μ mächtige Epinekralschicht aus.

In dem Korkgewebe der Eichenrinde ist demnach das Lager von *Bactrospora dryina* vorwiegend unterrindig und sehr reich an lebenskräftigen Gonidien, wie auch an kurzgliedrigen, plasmareichen Umhüllungshyphen. Über dem schwarzen Rindenparenchym ist es häufig nur oberrindig ausgebildet und dann sehr arm an lebenskräftigen Gonidien, reich an toten, inhaltsleeren.

16. E. Bachmann: Über Pyknothelizie bei Cladonia.

(Mit 6 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 8. Dezember 1922. Vorgetragen in der Februarsitzung 1923.)

Mit dem Namen „*pyknotheliza*" hat NYLANDER eine Varietät von *Cladonia fimbriata* (L.) Fr. bezeichnet, die ich von drei deutschen, einem deutschböhmischen und einem javanischen Standorte untersuchen konnte. Alle Exemplare sind durch Überproduktion von Früchten, hauptsächlich Apothezien an Blättern und abnormen Stellen der Fruchtstiele ausgezeichnet. Dieselbe Erscheinung konnte ich auch an einer *Cl. nemoxyna* (Ach.) Coëm. aus Kärnten und einer *Cl. glauca* Flrk. aus Oldenburg nachweisen; wahrscheinlich kommt sie noch an anderen Arten vor und ist vielleicht ebenso verbreitet, wie die Pleurokarpie.

Dem Reichtum an Apothezien entspricht die Mannigfaltigkeit ihres Auftretens; man kann unterscheiden:

I. Blattständige Apothezien:

A) flächenständige: a) der oberen Blattseite aufsitzend,

α) das Primordium entsteht in der Rinde, der nackte, zylindrische Stiel durch interkalares Wachstum von Rindengewebe (Abb. 1);

β) das Primordium entsteht in der Gonidienzone, der kegelförmige, am Grunde gonidienbekleidete Stiel durch interkalares Wachstum des Markes (Abb. 2);

b) der unteren Blattseite aufsitzend; das Primordium entsteht weit entfernt von allen Gonidien an der Unterseite des Markes. Durch interkalares Wachstum desselben entsteht ein Stiel, der

α) sich nachträglich durch Soredienanflug mit Rinde und Gonidienzone bedeckt; das Hymenium gelangt bis zur Schlauchbildung;

β) der Stiel bleibt nackt; in den kleinen Köpfchen unterbleibt die Schlauchbildung.

B) Randständige Apothezien: a) sitzend (Abb. 4),

b) gestielt infolge interkalaren Wachstums des Markes.

α) Stiel mit Soredienanflug: Hymenium mit Schläuchen (Abb. 4);

β) Stiel nackt; Hymenium ohne Schläuche (Abb. 3).

II. Die Apothezien entstehen an den Seiten von Fruchtstielen:
   a) sitzende,
   b) gestielte:
      α) der schlanke, aus verdichtetem, prosoplektenchymatischem Außenmark bestehende Stiel ist in seiner ganzen Länge im Soredialgewebe versteckt (scheinbar sitzend) (Abb. 5);
      β) die Apothezien bedecken die Scheitelfläche von dick-

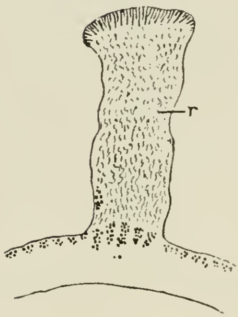


Abb. 1.

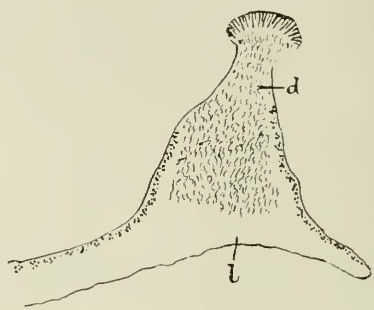


Abb. 2.

Abb. 1. Kleiner Teil eines Blattquerschnittes mit rindenbürtigem Apothezium; r = prosoplektenchymatisches Rindengewebe des Stiels. 30/1.

Abb. 2. Teil eines Blattquerschnittes mit gonidienschichtbürtigem Apothezium auf kegelförmigem Stiel aus prosoplektenchymatischem Mark (d): l = lockeres Mark. 20/1.

säulenförmigen, soredienbekleideten Wucherungen des Außenmarkes (Abb. 6):
      γ) die Apothezien sitzen auf der Scheitelfläche von gonidienbekleideten Adventivsprossen.

Die Pykniden sind ebenfalls blatt- oder stengelständig; jene gleichen vollständig denen von *Cl. pleurocarpa*[1]), diese weisen zwei neue Formen auf, nämlich 1. soredienbürtige Pykniden: An den Seitenwänden der Fruchtstiele und auf ihren großen Warzen entsteht das Primordium im Innern eines Sorediums, das sich dabei völlig oder fast vollständig in die kugel- bis stumpfeiförmige Frucht umwandelt, 2. flaschenförmige Pykniden mit verlängertem, engem Hals entstehen

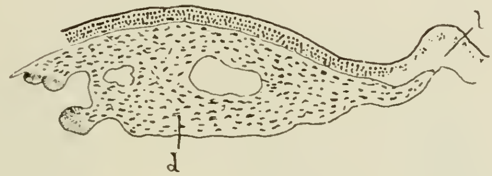
1) Bachmann, E., Über Pleurocarpie bei *Cladonia*. Diese Berichte, Bd. 40, S. 356–362. Berlin 1922

a) unter der Gonidienzone von kissenförmigen Anschwellungen des Fruchtstieles,

b) im Außenmark hoher Warzen des Fruchtstieles (Abb. 6 P).

Wie bei der Pleurokarpie, so wechseln auch bei der Pyknothelizie Form und Größe der Pyknidengehäuse außerordentlich; gleich bleiben sich immer die Pyknokonidien. Die in systematischen Werken befindlichen Maß- und

Abb. 3.



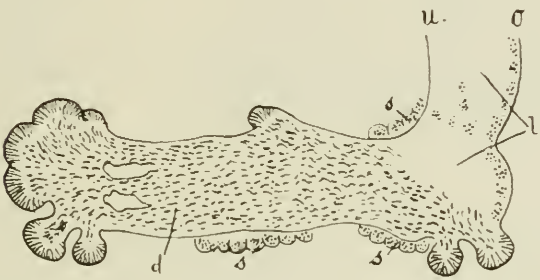


Abb. 4.

Abb. 3. Längsschnitt durch ein Blatt mit unterseitig-randständigen, gestielten Apothezien; d und l wie oben. Das lockere Mark (l) am Grunde des Blattes ist von einer lockeren, zellenarmen, der dichte und starkverdickte Markkörper (d) von einer dichten, zellenreichen Gonidienzone bedeckt. 8/1.

Abb. 4. Zwei randständige, sitzende Schlauchfrüchte und 1 randständig-unterseitiges, gestieltes Apothezium; s = angeflogene Soredien, O = Oberseite, U = Unterseite des Blattes. 8/1.

Formangaben der Gehäuse beziehen sich in der Regel auf die in Stengelspitzen und Becherrändern sitzenden Früchte.

Was für Mengen von Früchten an pyknothelizen Formen von *Cladonia*stielen auftreten können, sei an zwei Beispielen erläutert: An einem 3 mm langen und 1,4 mm breiten Stengelstück von *Cl. pycnotheliza* aus Oldenburg trug die dem Beschauer zugewendete Seite 32 kleine, sitzende Pykniden und 44 kurze Adventivsprosse, von denen jeder 1—3 Apothezien entwickelt hatte. Ein 6,1 mm langes, bis 1,6 mm breites Stengelstück von *Cl. nemoxyna* wendete dem Beschauer 52 kleine verborgenstielige Apothezien zu und trug

außerdem ein großes, flach kappenförmiges Hymenium am Ende des Fruchtstieles.

Die Ernährung dieser vielen Früchte erfordert eine entsprechende Vermehrung der Gonidien; sie wird auf folgende Weise erreicht:

A) Die Gonidienzone wird mächtiger und schichtenreicher (am Grunde der blattständigen Apothezien mit rindenbürtigem, zylindrischem Stiel) Abb. 1.

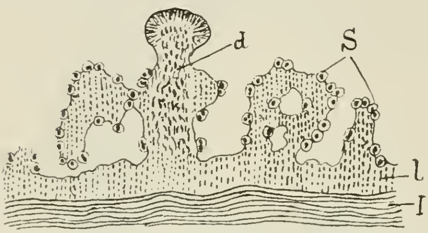


Abb. 5.

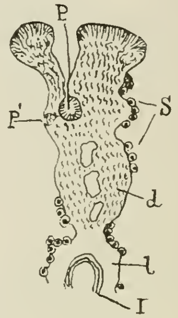


Abb. 6.

Abb. 5. Scheinbar sitzendes Apothezium im Längsschnitt durch die Wand eines Fruchtstieles. Über dem Innenmark (I) liegt das Soredialgewebe, bestehend aus lockerem Außenmark (l) und Soredien (S). Der Teil des Außenmarks, der das Köpfchen trägt, ist nicht ganz bis zum Innenmark verdichtet (d). 36/1

Abb. 6. Querschnitt durch einen Fruchtstiel mit säulenförmiger, heterosporer Wucherung des Außenmarkes. P = flaschenförmige, P' = stumpf-eiförmige Pyknide. I, S, d, l wie oben. 11/1.

B) Die Gonidienzone behält ihre Mächtigkeit, wird aber dichter und dadurch gonidienreicher (bei den markbürtigen, gestielten, randständigen Apothezien) Abb. 3.

C) Die Gonidienzone überzieht eine größere Fläche:

a) den Grund der blattständigen, kegelförmigen Fruchtstiele, Abb. 2,

b) die Seitenwand der Adventivsprosse,

c) die Soredien vermehren sich von 1 auf 3, ausnahmsweise 6 Stockwerke (an den Fruchtstielen mit „scheinbar sitzenden“ Apothezien) Abb. 5,

d) zwischen den gestielten Früchten treten zahlreiche, lange Blätter auf,

e) zwischen den gestielten Früchten treten isidienartige Gebilde von ei- bis schlauchförmiger Gestalt auf: daß diese der Durchlüftung und Assimilation dienen, beweisen die Lücken in der Rinde und die vielen Gonidien hauptsächlich auf der dem Lichte zugewendeten Seite. Sie, wie das in der Flechtenkunde allgemein üblich ist, als ungeschlechtliche Vermehrungswerkzeuge anzusehen, fällt sehr schwer in Anbetracht dessen, daß sie mit der Unterlage fest verwachsen sind, darum für die mit Soredien reichlich ausgestattete Flechte ebenso unvorteilhaft, wie überflüssig wären.

Die Warzen, auch die größten, habe ich bei der Pleurokarpie immer homospor, bei der Pyknothelizie teils homospor (nur mit Apothezien, selten nur mit Pykniden), teils heterospor (mit beiderlei Früchten) gefunden.

Mein Untersuchungsmaterial habe ich von Herrn JOS. ANDERS in Böhm.-Leipa, hauptsächlich aber von Herrn H. SANDSTEDE in Zwischenahn erhalten; beiden Herren sei auch hier bestens gedankt.

Eine ausführliche, durch zahlreiche Abbildungen erläuterte Ausarbeitung über pleurokarpe und pyknothelize *Cladonia*formen, in der ich auf Grund sorgfältiger Messungen und Zählungen die Abhängigkeit der Fruchtvermehrung von der Gonidienvermehrung nachgewiesen habe, deren Drucklegung sich aber zurzeit verbietet, steht jedem, der sich dafür interessiert, zur Verfügung.

17. H. Klebahn: Infektionsversuche mit Taphrina Tosquinetii.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 28. Oktober 1922. Vorgetragen in der Februarsitzung 1923.)

Infektionsversuche mit Exoasceen scheint bisher nur SADEBECK ausgeführt zu haben. Seine Angaben über das Verfahren sowohl wie über die Erfolge sind wenig eingehend (I, 102, 105; III, 13, 21); nur über Versuche mit *T. epiphylla*, durch die es gelang, an *Alnus incana* Hexenbesen hervorzurufen, äußert er sich bestimmter (II, 12). Was die Überwinterung betrifft, so setzt die für einen Teil der Arten charakteristische Hexenbesenbildung ein Myzel voraus, das in der Nährpflanze perenniert. Genauere Angaben und Abbildungen bringt fast nur RATHAY (s. auch KUTSOMITOPULOS), während unter SADEBECKS zahlreichen Abbildungen keine ist, die sich auf perennierendes Myzel bezieht. Über die Arten ohne perennierendes Myzel finden sich bei JOHANSON bemerkenswerte, aber wohl kaum voll befriedigende Betrachtungen. Wenig bekannt ist auch noch das Verhalten der auf Früchten die Fruchtlager bildenden Arten (vgl. DE BARY). Von der Kultur auf künstlichem Nährboden scheint SADEBECK (I, 98) anfangs größere Erfolge erwartet zu haben, als sich später bestätigte (III, 12). BREFELD (142, 144) erhielt nur Sproßkonidien; diese sollen in erschöpften Nährlösungen und auch trocken lebensfähig bleiben.

Weitere Beiträge zur Klärung der Frage, wie die Exoasceen ihre Nährpflanzen befallen, und wie sie sich von Jahr zu Jahr erhalten, dürften daher erwünscht sein.

Am 24. September 1919 hatte ich Erlenzweige *(Alnus glutinosa)*, die reichlich mit *Taphrina Tosquinetii* (Westend.) Magnus besetzt waren, im Laboratorium unter eine Glocke gestellt. Am folgenden Tage legte ich Teile befallener Blätter, die in geeigneter Beschaffenheit zu sein schienen, zum Sporenschleudern über den Agartropfen von feuchten Kammern. Nach wenigen Minuten ergab die mikroskopische Untersuchung, daß Sporen ausgeschleudert waren, und da jedesmal 8 gleich große, runde Sporen nebeneinander lagen, so durfte gefolgert werden, daß diese einem und demselben Schlauche entstammten, und daß noch keine Konidienbildung in den Schläuchen stattgefunden hatte (Fig. 1—3).

Die weitere Beobachtung der Häufchen ergab, daß auf dem Agar eine andauernde Vermehrung der Zellen durch Sprossung stattfand. In Fällen, wo die Vermehrung schwach war, wurden am folgenden Tage etwa 20, in Fällen stärkerer Vermehrung gegen 60 und mehr Zellen gezählt. Die Sproßkonidien waren kleiner als die Sporen und mehr länglich, die 8 ursprünglichen Sporen waren daher am Tage nach der Aussaat mitunter noch kenntlich (Fig. 4 und 5). Später verschwanden sie unter der Menge der Konidien.

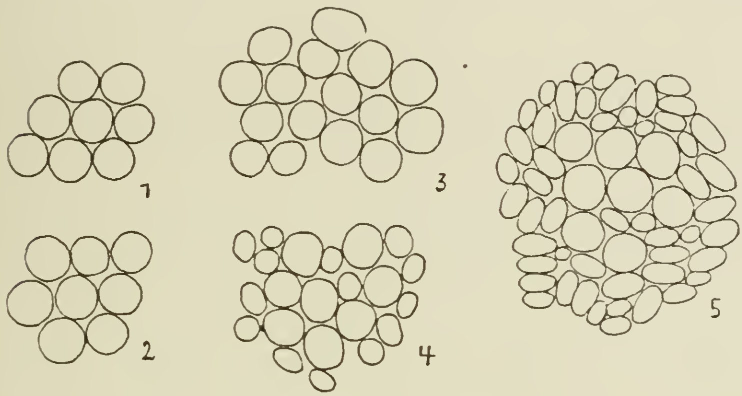


Abb. 1. *Taphrina Tosquinetii.*

Fig. 1. 2. Gruppen von je 8 aus je einem Askus ausgeschleuderten Sporen. Fig. 3. Zwei solche Gruppen dicht nebeneinander niedergefallen. Fig. 4. 5. Verschieden weit vorgeschrittene Sproßkonidienbildung, auf Nährагar; die ursprünglichen 8 Sporen noch kenntlich. Sporen 5—7 μ, Konidien 3—6 : 2—3 μ. Vergr. 780 : 1.

Die Zellen lagen übrigens nebeneinander, als ob sie sich nach ihrer Entstehung sofort voneinander trennen; hefeartige Sproßverbände waren nicht vorhanden. Noch weniger aber konnte irgend eine Spur von Myzelbildung festgestellt werden.

Die Vermehrung ging in derselben Weise weiter, sowohl in den feuchten Kammern, wo sie tagelang beobachtet werden konnte, wie nach der Uebertragung auf die schräg gelegte Agarschicht in Reagensgläsern. Hier bildete sich nach und nach ein ziemlich reichlicher, weißlicher Überzug, der aus nichts als Konidien bestand, die sich durch Wasser leicht voneinander trennen ließen.

Mit den auf diese Weise erhaltenen Konidien wurden am 30. Oktober eine große Zahl Erlensämlinge (20—30 cm) geimpft, die aus einer Baumschule bezogen und in Töpfe gepflanzt worden

waren. Zu dem Zwecke wurden an den Knospen die äußeren Blätter, möglichst ohne sie zu verletzen, ein wenig gelockert, und die in Wasser verteilten Konidien dann mittels eines Pinsels so aufgetragen, daß sie tunlichst auch etwas in die Knospe eindrangen. Die Impfung wurde Anfang April mit den inzwischen auf Agar weiter gezüchteten Konidien wiederholt, als die Knospen eben aufzubrechen begannen.

Als die Blätter sich im Laufe des Aprils entfalteten, konnte das Auftreten befallener Stellen an 6 von den etwa 45 geimpften Pflanzen festgestellt werden (27. April). Es erwies sich jetzt als ein Fehler, daß ich nicht einen Teil der Pflanzen nur im Herbst und einen Teil nur im Frühling geimpft hatte. Ich hatte einen so guten Erfolg nicht erwartet, und es war mir zunächst nur darauf angekommen, überhaupt einen Befall zuwege zu bringen. So konnte nicht entschieden werden, ob die Infektionen von der Herbstimpfung oder von der Frühlingsimpfung herrührten. Die befallenen Stellen fanden sich immer nur an einem Teil der Blätter des jungen Sprosses. Mitunter war ein ganzes Blatt befallen, häufig auch nur eine oder zwei kleine Stellen in der Blattspreite oder an deren Rande. Durch Verkrümmung der Blattfläche und blasse Färbung macht sich der Befall bald nach der Entfaltung des Blattes kenntlich, und später läßt sich das allmähliche Auftreten des sammetartigen Überzugs der Schläuche beobachten.

Die Versuche wurden fortgesetzt, indem von Zeit zu Zeit (4. Mai, 26. Mai) die Knospen an den Triebspitzen und die sich eben entfaltenden Blätter mit neuen Konidien aus der Reinkultur geimpft wurden. Das Ergebnis waren weitere Infektionen, von denen ich glaube annehmen zu dürfen, daß sie die Folge der späteren Impfungen waren. Befallen wurden aber nur Blätter, die bei der Impfung noch in der Knospe steckten, und solche, die zu dieser Zeit nicht über ½ cm lang waren.

Neubefallen wurden nach diesen späteren Impfungen 13 weitere Erlen, und auf den 6 gleich anfangs befallenen folgte nach einer pilzfreien Periode ein zweiter Ausbruch. Im ganzen waren also 19 Pflanzen befallen, und etwa 16 wurden als gesund geblieben bezeichnet, nachdem von den ursprünglich eingetopften ein Teil während der Versuche an schlechtem Wachstum aus unbekannten Gründen eingegangen war. Die letzte Impfung am 23. Juni wurde mit genauer Bezeichnung der unteren Impfgrenze an der Knospe, d. h. des untersten noch geimpften sich eben aus der Knospe lösenden Blättchens ausgeführt. Sie hatte an 6 Pflanzen Erfolg, an 6 weiteren war sie ergebnislos.

Im Herbst 1920 wurden neue Erlensämlinge besorgt, gleichfalls von etwa 30 cm Höhe. Von diesen wurden 12 am 1. Dezember 1920 an den Endknospen und an den Seitenknospen mit Konidien aus Reinkulturen geimpft, ein Teil nach vorsichtiger Lockerung der Knospenschuppen, die anderen ohne diese Behandlung. Als im April 1921 die Knospen sich entfalteten, waren 9 Pflanzen befallen, davon 3 nur an den Endtrieben, eine an 2 Seitentrieben, die übrigen 5 am Endtrieb und an einigen oder an allen Seitentrieben, und zwar eine an im ganzen 7, eine an 6 und 3 an je 4 Trieben. Von den übrigen 3 Pflanzen waren 2 eingegangen, die dritte starb noch ab, ebenso eine der befallenen. Der Erfolg war also ein sehr reichlicher. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Pflanzen, an denen die Knospenschuppen gelockert worden waren, und denen, wo dies nicht geschehen war, konnte nicht festgestellt werden. Die überlebenden 8 Pflanzen wurden ohne neue Impfung weiter beobachtet. Fünf blieben ohne weiteren Pilzausbruch. An dreien konnte im Juni das Auftreten neuer befallener Blätter beobachtet werden, an Seitentrieben und in einem Falle auch am Endtrieb; dann blieben auch sie pilzfrei.

Weitere Impfungen wurden am 2. April 1921 an 14 neuen Sämlingen ausgeführt. Von den Pflanzen waren 4 am 11. Mai an je 1 oder 2 Trieben befallen; drei von diesen zeigten im Juni ohne abermalige Impfung neue Pilzflecken an den inzwischen entfalteten Blättern, und eine (Nr. 43) abermals Ende Juli und Mitte August. Eine zunächst nicht befallene Pflanze, die am 25. Mai nochmals geimpft wurde, hatte im Juni gleichfalls befallene Blätter. Später traten außer dem einen Fall (Nr. 43) keine weiteren Pilzausbrüche mehr auf. Eine Pflanze blieb pilzfrei. Die übrigen 8 waren infolge ungünstiger Umstände abgestorben.

Von den schon 1919 und 1920 geimpften und teilweise befallenen Pflanzen wurden 6 am 2. April aufs neue geimpft. An 2 Pflanzen, von denen die eine 1920 befallen gewesen, die andere pilzfrei geblieben war, trat kein Erfolg ein. Die 4 anderen, von denen 3 schon 1920 befallen gewesen waren, zeigten sich im Mai infiziert; drei davon, darunter die 1920 nicht befallen gewesene, bildeten im Juni neue verpilzte Blätter. Weitere Pilzausbrüche fanden im Laufe des Sommers nicht statt.

Fünfzehn Erlen, die 1919 und 1920 geimpft worden und 1920 zum Teil befallen gewesen waren, wurden 1921 zunächst weiter beobachtet. An einer 1920 befallen gewesenen (Nr. 562) traten ohne neue Impfung im Mai und Juni und dann wieder Ende Juli und Mitte August neue befallene Blätter auf. Sechs, die 1920 be-

fallen waren, blieben pilzfrei, ebenso die übrigen 8, die 1920 keinen Pilzbefall gezeigt hatten. Später wurden die letztgenannten 14 Pflanzen an den wachsenden Knospen dreimal neu geimpft und zwar am 25. Mai, 8. Juni und 7. Juli. Das erste und zweite Mal wurde dabei an das jüngste, eben aus der Knospe freigewordene Blatt von meist nicht über 1 cm Länge ein dünner Draht als Marke angehängt. In 6 Fällen trat Erfolg ein, erst nach der dritten Impfung, und zwar an 3 Pflanzen, die schon 1920 befallen gewesen waren, und an dreien, die damals pilzfrei geblieben waren. Infiziert war das dritte oder vierte Blatt über dem zweiten Draht, in mehreren Fällen sehr kräftig. Die übrigen 8 Pflanzen blieben pilzfrei.

Die Versuche lassen folgende Schlüsse zu:

1. *Taphrina Tosquinetii* bildet in der Reinkultur auf Salepagar nur hefeartige Sprossungen. Die Sproßkonidien sind infektionstüchtig.

2. Die Infektion der Erle findet an den Knospen statt. Sie kann eintreten a) im Herbst an den sich zur Winterruhe anschickenden Knospen, b) im Frühjahr vor dem Trieb, c) im Sommer an den sich entwickelnden Knospen.

3. Die Infektion kommt nicht in allen Fällen zustande. Es dürfte namentlich darauf ankommen, daß die Konidien an geeignete Stellen der jungen Blattanlagen gelangen.

4. Blätter, die bereits aus dem Knospenverbande gelöst und über ½ cm groß geworden sind, scheinen nicht mehr infiziert zu werden.

5. Der Pilzausbruch erstreckt sich mitunter auf ganze Blätter und oft auf mehrere Blätter desselben Triebes; in vielen Fällen beschränkt er sich aber auf ganz kleine Flächen, zwischen denen ein Zusammenhang nicht zu erkennen ist.

6. Der Pilz kann unter Umständen in der Pflanze überwintern und am nächstjährigen Trieb wieder hervorbrechen. In vielen Fällen aber tritt er an den befallen gewesenen Trieben im nächsten Jahre n i c h t wieder auf.

Die vorstehenden Erfahrungen beziehen sich auf die von außen her bewirkte Infektion der Knospen. Unklar ist dabei, wie die Infektion vor sich geht und wieweit das Myzel in das Innere der Knospen eindringt. Festzustellen bleibt ferner, ob das perennierende Myzel, das nach SADEBECK (I, 97) unter der Kutikula der Zweige leben soll, regelmäßig gebildet wird, oder unter welchen Bedingungen es entsteht, und wie es sich verhält, nachdem es vom Zweig aus in die Knospen eingewandert ist.

Außer *Taphrina Tosquinetii* habe ich später auch *T. epiphylla* Sad., *T. Sadebeckii* Johans., *T. aurea* (Pers.) Fries und eine hexenbesenbildende *Taphrina* von *Betula pubescens* zu Versuchen herangezogen. Reinkulturen zu erhalten gelang auf dieselbe Weise wie bei *T. Tosquinetii*, doch nicht in allen Fällen gleich leicht. Sie bestanden gleichfalls nur aus Sproßkonidien. Infektionsversuche mit diesen blieben bisher ohne Erfolg.

Literatur:

DE BARY, A., Beitr. z. Morph. u. Phys. d. Pilze I, 1864. 40.
BREFELD. O., Untersuch. a. d. Gesamtgeb. d. Myk. IX. 1891.
JOHANSON, C. J., Bihang t. K. Sv. Vet.-Akad. Handl. XIII, Afd. 3, Nr. 4 (1887).
KUTSOMITOPULOS, D., Sitzungsb. d. phys.-med. Soc. z. Erlangen, XV, 1883, 11.
RATHAY, E., Sitzungsb. d. K. K. Akad. d. Wiss. z. Wien LXXXIII, 1881, 1. Abt., 267.
SADEBECK, R., I. Untersuch. üb. d. Pilzgattung *Exoascus* usw. 1883. II. Kritische Untersuch. üb. die durch *Taphrina*arten hervorgebrachten Baumkrankheiten. 1890. III. Die parasitischen Exoasceen. 1892. In den Jahrbüchern der Hamburg. wissensch. Anstalten, I, VIII u. X.

18. Georg Eberle: Beitrag zur Kenntnis der Knollenbildung bei einigen Araceen[1]).

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 9. November 1922. Vorgetragen in der Januarsitzung 1923.)

Die in den Gewächshäusern der beiden botanischen Gärten zu Bonn verhältnismäßig zahlreich vorhandenen Pflanzen von *Sauromatum guttatum* Schott, *Amorphophallus Rivieri* Durieu und *Amorphophallus bulbifer* Blume gaben Gelegenheit zu Beobachtungen über verschiedene noch nicht geklärte Verhältnisse.

Die miteinander übereinstimmenden Darstellungen von ENGLER[2]), LINDEMUTH[3]) und ERNA ABRANOWICZ[4]) ließen die Frage der Knollenbildung jener Pflanzen als gelöst erscheinen. Eigene an den Gewächshauspflanzen gemachte Beobachtungen brachten von vornherein Zweifel über die Richtigkeit jener Darlegungen. Ganz kurz skizziert sich das Bild der großen Knollen nach den in Betracht kommenden Literaturstellen folgendermaßen: Dem Sproßaufbauprinzip ihrer Familie, der Bildung von Scheinachsen durch sympodiale Aufeinanderfolge verschiedener Sproßgenerationen, folgen auch die großknolligen Formen. Bei ihnen erhält es seine charakteristische Ausprägung durch die starke Verdickung der einzelnen kurz bleibenden Stengelabschnitte. Morphologisch ist also die große Knolle, ebenso wie die so ungleichartigen aufrechten oder kriechenden Stämme, ein Sproßverband. Bei der noch nicht zur Blüte gelangten Pflanze stellt die Knolle die Summe

1) Auszug aus der gleichnamigen Dissertationsschrift, Bonn a. Rhein, 1922.

2) ENGLER, ADOLF: Zur Morphologie der Araceen; vorläufige Mitteilung. 1876. Bot. Zeitg. Jahrg. XXXIV, S. 80. — Derselbe: Vergleichende Untersuchungen über die morphologischen Verhältnisse der Araceen. 1877. Nova acta Acad. Leop. Carol. XXXIX, S. 133. — Derselbe: Beiträge zur Kenntnis der Araceen. Über den Entwicklungsgang in der Familie der Araceen und über die Blütenmorphologie derselben. Bot. Jahrb. V, S. 141. — Derselbe: Araceae. 1889. Natürliche Pflanzenfam. II. Teil, 3. Abt. — Derselbe: Araceae. 1905—1920. Pflanzenreich. IV. 23. A, B, C, D, E, F.

3) LINDEMUTH, H.: Hydrosme Rivieri. 1903, 1904. Gartenflora LII. S. 127 und LIII. S. 642.

4) ABRANOWICZ, ERNA: Über das Wachstum der Knollen von *Sauromatum guttatum* Schott und *Amorphophallus Rivieri* Durieu. 1912. Österr. bot. Zeitschr. Jahrg LXXI, S. 449.

der in ihrem Entwicklungsgange bis dahin gebildeten Jahrestriebe dar, und an Pflanzen, die schon blühten, kommen die basilaren Teile der vergangenen Blütensprosse hinzu. Die gleichmäßige Verdickung der verschiedenen Achsenabschnitte hat, so erklärte man, eine derart innige Verbindung derselben zur Folge, daß, nachdem Abschilferung peripherer Teile Blatt- und Blütenstandsnarben hat verschwinden lassen, jene abgerundeten Knollenformen zustande kommen, wie sie oft sich in so beträchtlichen Größen darbieten.

Bei den früheren Beobachtungen blieb die Vorgeschichte der beobachteten Pflanzen (Knollen) als scheinbar gleichgültig außer acht. Man sah in aufeinanderfolgenden Vegetationsperioden jedesmal größer sich entfaltende Laubblätter sich entwickeln; aus ihnen stellte man sich den Strom der Assimilationsprodukte in den knolligen Reservestoffbehälter wandernd vor; in die Knolle, welche dementsprechend am Ende einer jeden Vegetationsperiode eine Gewichts- und Volumzunahme aufwies. Diesen Vorstellungen entspricht es, wenn man Alter und Blühfähigkeit einer Knolle nach deren Größe einschätzt. Je größer sie ist, desto älter weiß man sie und um so näher den Zeitpunkt, da sie den Blütenstand hervortreten läßt. Ein Eingehen auf die betreffende Literatur ist hier unmöglich; es sei betont, daß die im vorhergehenden dargestellten, durchaus einleuchtend erscheinenden Verhältnisse Voraussetzungen zur Grundlage haben, die ungeprüft und unbewiesen angenommen wurden.

Meine Untersuchungen gingen von den an den Knollen im Laufe ihres Lebensganges vor sich gehenden, in ihren Formen sich ausdrückenden Veränderungen aus.

Am leichtesten erkennt man die Art der Knollenbildung bei Pflanzen, die einen Blütenstand zur Entwicklung gebracht hatten (Abb. 1, d, h, i, m, k). Durch diesen hat der betreffende Sproß seinen normalen Abschluß gefunden. Eine Achselknospe von ganz bestimmter, regelmäßiger Stellung führt jenes Individuum weiter: „neben“ dem Blütenstandsschafte, auf dem zu einer eigenen kleinen Knolle ausgebildeten letzten Abschnitt des beendeten Hauptsprosses (Abb. 1, d K), sitzt, durch ihre Größe leicht auch schon in frühen Stadien kenntlich, die Knospe des Fortsetzungssprosses (Abb. 1, d F). Im Frühling nach dem Vergehen des Blüten- oder Fruchtstandes beginnt ihre Entwicklung (Abb. 1, h). Da ihr in der alten Knolle noch reichliche Mengen von Baustoffen zur Verfügung stehen, kommt sogleich ein ansehnliches Laubblatt zur Entwicklung (Abb. 1, m). Dabei welkt und runzelt die bis dahin äußerlich unverändert gebliebene Knolle rasch, während sich die Basis des Niederblattkegels

der sich entwickelnden Knospe (also deren Achsenteile) stark kugelig aufwölbt. Hier liegt die Neubildung einer Knolle klar vor Augen; am Ende der Vegetationsperiode findet man neben spärlichen, aber

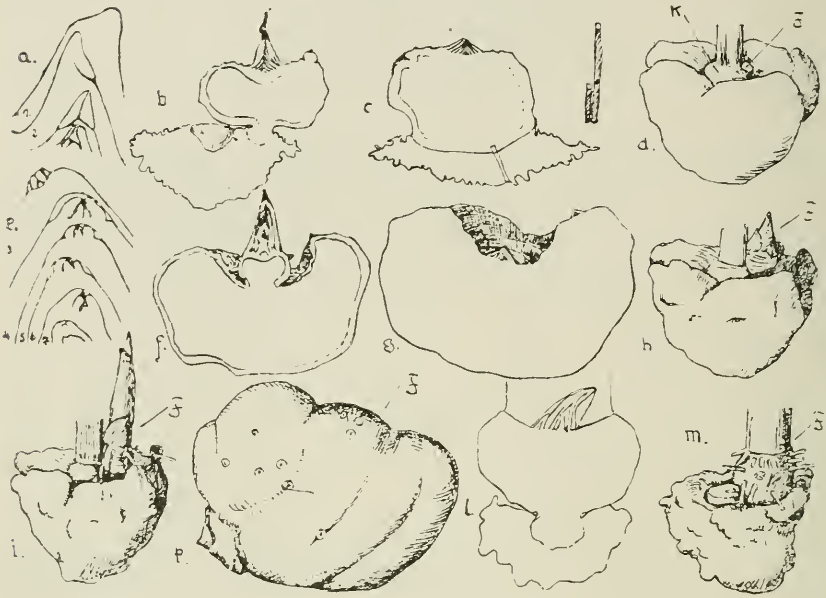


Abb. 1. *Sauromatum guttatum.* a, Längschnitt durch den Fortsetzungssproß einer in der Winterruhe befindlichen, zur Blütenstandentwicklung kommenden Pflanze; ca. 10 n. Gr. — b, Längsschnitt durch eine nach Zerstörung ihres Sproßgipfels durch einen Achselsproß fortgesetzte Pflanze; ca. $^1/_3$ n. Gr. — c, neugebildete Knolle am Ende der Vegetationsperiode mit der Schlaube der vergangenen, vorjährigen. Der vor und nach der Auflockerung dargestellte Ausschnitt aus der letzteren zeigt, daß diese nicht ein Teil der alten Knolle, sondern diese selbst ist; ca. ½ n. Gr. *Amorphophallus bulbifer.* d, h, i, m, k, Zustände aus der Entwicklungsreihe der neu sich bildenden Knolle eines Fortsetzungssprosses (F); d—m ca. ¼ n. Gr., k ca. ½ n. Gr. — g, f, Knollenbildung aus den Stengelteilen eines aus der Hauptknospe sich entwickelnden Sproßabschnittes. Die innerhalb des letzten Knospenscheidenblattes liegenden Achsenteile zur jungen Knolle aufgewölbt. Beide ca. ½ n. Gr., g nach dem Längsschnitt eines Gipsmodelles. — l, Längsschnitt durch eine erschöpfte Knolle mit aufsitzender junger, zur Zeit der Entfaltung der Blattspreite; ca. $^1/_3$ n. Gr. *Amorphophallus Rivieri.* e, Längsschnitt durch den Fortsetzungssproß einer kurz vor der Blütenstandentfaltung stehenden Pflanze; 3 das erste Blatt mit Spreitenrudiment; ca. 10 n. Gr.

einwandfrei zu deutenden Resten der alten Knolle eine neuentwickelte vor (Abb. 1, k).

Ebenso klar sind die Vorgänge der Knollenbildung nach dem Austreiben irgendwelcher Achselsprosse zu beobachten; leicht ist

dieses durch Zerstückeln der betreffenden Knolle oder schon durch die Zerstörung ihrer Hauptknospe zu erreichen. Am Ende der ersten Vegetationsperiode liegen die Achsenteile jener Knospensprosse als Knollen vor (Abb. 1, b; Abb. 2, c).

Der Ersatz einer großen Knolle durch eine aus den in ihrer Hauptknospe enthaltenen Stengelteilen sich entwickelnde neue ist aus den am Ende einer Vegetationsperiode vorliegenden Verhältnissen schwer zu übersehen (Abb. 1, c). Leichter gelingt dies durch fortlaufende Beobachtung von Pflanzen, deren Knollen man in der Ruhezeit kennen lernte (Abb. 1, g und f; Abb. 2, a, b), und nach dem Austreiben nicht mehr aus dem Auge ließ. Die Pflanzen erwiesen sich als nicht so empfindlich, daß gelegentliches Entfernen der Erde über ihren Knollen sie merklich geschädigt hätte. Es ergab sich ohne Zweifel, daß mit jeder neuen Vegetationsperiode eine neue Knolle aus neu zur Entwicklung gekommenen Stengelteilen an die Stelle der alten, aus dem Vorjahr überkommenen Knolle tritt, daß ein Weiterwachsen und Dickerwerden dieser bei den in Betracht gezogenen Arten niemals statthat. Die für diese Tatsache besonders charakteristischen Zustände sind für alle drei beobachteten Arten kurz vor der Spreitenentfaltung, also vor dem Beginn der Assimilationstätigkeit des jungen Blattes, gegeben. Es bieten sich dann Bilder, wie es Abb. 1, g und f, 1, l und Abb. 2, a andeuten. Eine Wiederbewurzelung alter Knollenteile, wie man es nicht für unmöglich gehalten hatte, tritt niemals ein. ERNA ABRANOWICZ, die bei ihren Untersuchungen der richtigen Lösung der Frage nahe war, hatte von ihren Pflanzen Beispiele ausgewählt, die eine einwandfreie Deutung sehr erschwerten. Welche Umstände jene Untersucherin gerade zu der von ihr vertretenen Auffassung bestimmten, ist nicht verständlich.

Die Beobachtung der Versuchspflanzen gab die Möglichkeit, eine Vorstellung von der Folge und Ausstattung der verschiedenen Sproßgenerationen zu gewinnen. Im Blattfolgeschema wurden folgende Ausbildungsstufen des Blattes unterschieden: 1. Blattorgane mit zur Assimilation tüchtigen Spreiten oder Spreitenteilen — Laubblätter, 2. mit zur Assimilation untüchtigen Spreitenrudimenten — Scheidenblätter, 3. ohne in ihrem Entwicklungsgange sichtbar werdende Spreitengebilde — Niederblätter, 4. mit Hochblattcharakter, vor den Blütenständen (Spathen) — Hochblätter. Am primären Sproß kommt das Keimblatt hinzu, das entweder Haustorium oder laubblattartig oder beides zugleich in verschiedenen Abschnitten ist.

Auf das letzte Laubblatt einer Sproßgeneration folgen bis

zum Hüllblatt des Blütenstandes bei *Sauromatum guttatum* 6—8 Scheidenblätter, bei *Amorphophallus Rivieri* 5—6 und bei *Am. bulbifer* 6—8, so daß das 7.—9. bez. 6.—7. oder 7.—9. die Spatha war. In der Achsel des drittletzten Blattorgans steht die Knospe des Fortsetzungssprosses. Sein erstes Blatt ist als kieliges Niederblatt ohne Spreitenrudiment ausgebildet; erst beim folgenden oder nächstfolgenden wird dieses wahrnehmbar. Das erste Blatt mit assimilationsfähiger Spreite ist am Fortsetzungssproß der beiden

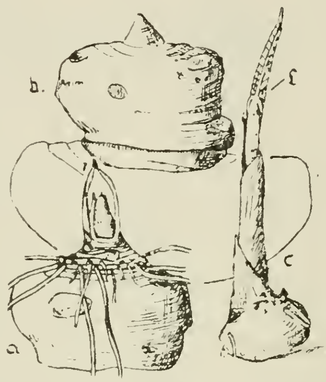


Abb. 2. *Sauromatum guttatum.* a, b, im Frühling austreibende und im Spätsommer zur Ruhe gekommene Pflanzen. a, innerhalb der Ringnarbe des letzten Blattes des vorjährigen Triebes sich vorwölbend die Achsenteile der neuauswachsenden Knospe. b, neugebildete Knolle im Zusammenhang mit der in einer günstigeren Vegetationszeit erwachsenen größeren alten dargestellt. Beide ca. $\frac{1}{2}$ n. Gr. — c, Ersatzsproß auf dem Umfang einer ihrer Hauptknospe beraubten kräftigen Knolle. Das erste Laubblatt (L) ist das 13. Blattorgan des jungen Sprosses; ca. $\frac{2}{5}$ n. Gr.

*Amorphophallus*arten das 13.—15.; von *Sauromatum* lagen keine Pflanzen vor, an denen ein zur Entwicklung kommender Fortsetzungssproß hätte beobachtet werden können. Im Längsschnittbild erkennt man bei ihr, wie auch bei dem eines *Amorphophallus*, sehr frühzeitig Spreitenanlagen (Abb. 1, a, e), die wie bei jener Pflanze sicher Rudimente bleiben. Nach den Beobachtungen an Knollen, die nach Zerstörung der Fortsetzungssproßknospe einen andern kräftigen Achselsproß zur Entwicklung brachten (Abb. 2, c), kann die Zahl der im Fortsetzungsproß bis zum ersten Laubblatt folgenden Blattorgane auf ebenso hoch wie bei den beiden *Amorphophallus*arten geschätzt werden.

Es ergab sich folgendes:

1. Die Knollen von *Sauromatum guttatum*, *Amorphophallus Rivieri* und *Amorphophallus bulbifer* sind Stengelknollen, deren oberflächliche Strukturen aus der Art ihrer Bildung zu verstehen sind. Auf der peridermbekleideten Oberfläche sind Narben von Blattorganen nicht wahrzunehmen. Ihre Zahl und Stellung kann nach den Knospen auf dem Umfange der Knollen bestimmt werden. Die Mehrung derselben bei den beiden betrachteten *Amorphophallus*arten hat ihre Ursache nicht, wie man bisher annahm, in adventiven Bildungsvorgängen. Sie stehen in Gruppen zusammen, die durch Dehnung der primären, zahlreiche untergeordnete Sprosse enthaltenden Achselknospen entstanden sind. Den Scheitel der Knollen nimmt die bei den beiden betrachteten *Amorphophallus*arten in einer napfförmigen Vertiefung stehende Hauptknospe ein. Der Napf kommt durch die steile Aufrichtung der Ansatzfläche des Laubblattes infolge der Aufwulstung des Stengelkörpers zustande.

2. In den oft auffallend großen Knollen der drei betrachteten Arten stecken nicht, wie dies in der Literatur bisher dargestellt wurde, die Stengelproduktionen verschiedener Vegetationsperioden. Eine jede Knolle besteht vielmehr nur aus den während einer einzigen Vegetationsperiode entwickelten Stengelteilen. In ihr wurden diese durch die Tätigkeit der Laubblätter mit Reservestoffen für den in der Haupt- oder Fortsetzungssproßknospe enthaltenen Sproßabschnitt angefüllt.

3. Nachdem eine Pflanze ihre Hauptknospe entfaltet und die Laubblätter entwickelt hat, schrumpft die Knolle, welche die Hauptknospe trug, in ihrer Gesamtheit zusammen und stirbt ab. Die Stelle, welche die alte durch Fäulnis und Tierfraß bis auf Reste der äußeren Korkhaut verschwindende Knolle einnahm, wird von der aus den Stengelteilen der Hauptknospe gebildeten neuen ausgefüllt. So stellt der am Ende einer Vegetationsperiode an der geernteten Knolle festgestellte, mehr oder weniger zermürbte Rest, nicht wie man erkannt zu haben glaubte, nur einen Teil der alten Knolle dar, sondern ist diese selbst.

4. Die in Betracht gezogenen Pflanzen wachsen sympodial. Nach der Beendigung einer Hauptachse durch Blütenstandsentwicklung setzt der Achselsproß des zweiten vor der Spatha stehenden Blattes das Individuum fort. Die Knollen selbst stellen entgegen anders lautenden Darstellungen dem unter 2. Angeführten entsprechend niemals knollig ausgebildete Sproßverbände (Sympodien) dar, deren Glieder durch gleichmäßige Verdickung und jährlich

erfolgende Abschilferung peripherer Teile sich zu einem einheitlichen Gebilde gestalteten.

5. Die Anschwellung der Stengelteile zu den Knollen findet durch die Vergrößerung der zahlreich angelegten Parenchymzellen des Markes statt. Nachträgliche Vergrößerung einer in früherer Vegetationsperiode ausgebildeten Knolle erfolgt nicht.

6. Eine kleinere Knolle als „jung“, eine größe als „alt“ zu bezeichnen, lediglich in Rücksicht auf ihre verschiedenen Dimensionen, ist unzulässig. Die Knollen für sich als Individuen betrachtet sind in ihrer Individualentwicklung alle gleich alt. Die Pflanze als Individuum betrachtet läßt die Knollen in bezug auf den Ursprung der Pflanze als verschieden frühen oder späten Achsenabschnitten angehörend erkennen. Die in diesem Sinne ältere Knolle kann im Vergleich zu einer jüngeren sehr wohl die kleinere sein.

7. An jedem Sproßabschnitt folgen sich bis zum terminalen Blütenstand zahlreiche, verschieden ausgebildete Blattorgane: Niederblätter, Scheidenblätter, Laubblätter, Hochblätter. Assimilationstüchtige Spreiten kommen nur an relativ wenigen Blattorganen einer jeden Sproßgeneration zur Entwicklung; bei jungen Pflanzen mehrere, bei älteren oftmals nur ein einziges.

Bonn am Rhein, Botanisches Institut der Landw. Hochschule.

19. Ernst Schilling: Zur Morphologie, Physiologie und diagnostischen Bewertung der Bastfasern von Cannabis sativa.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

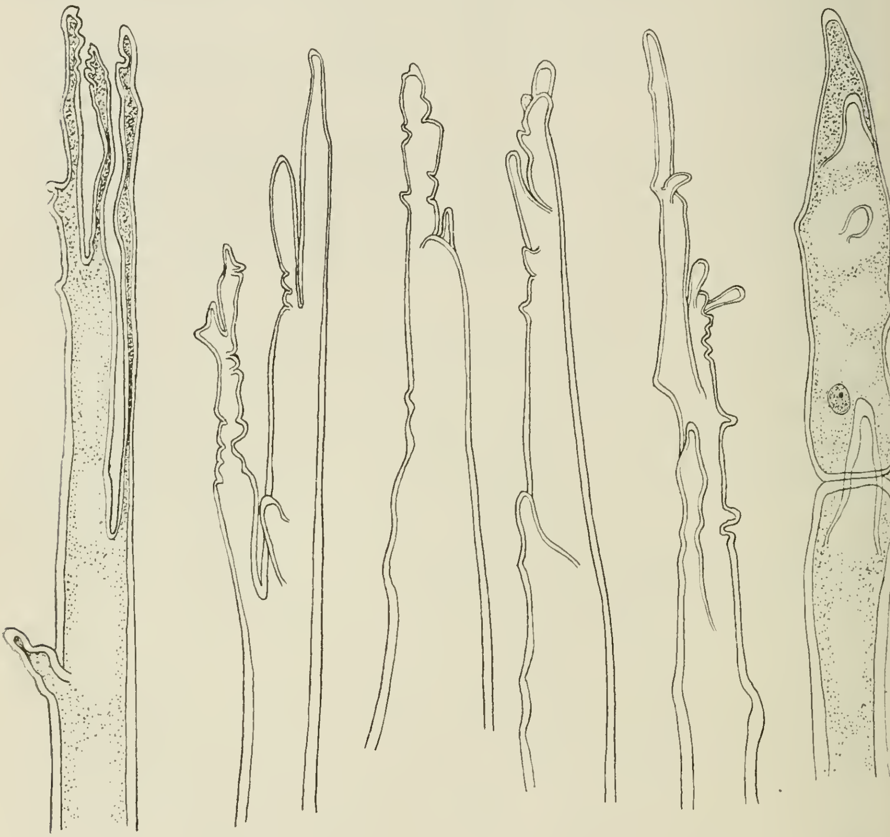
(Eingegangen am 16. November 1922. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Die Bastfasern von *Cannabis sativa* bilden seit 70 Jahren den Gegenstand einer alten Streitfrage, welche trotz zahlreicher Untersuchungen nicht zum Abschluß gebracht werden konnte. Es handelt sich dabei um die sogenannten „Gabelenden" der Hanffaser. Während die Mehrzahl der Bastfasern in lang ausgezogene, an der Spitze meist etwas abgerundete, selten scharf zugespitzte Enden verläuft, sollen gleichzeitig konstant solche Fasern auftreten, deren Ende sich in mehrere kurze Zinken oder auch längere Aeste teilt und demnach als deutlich verzweigtes — gabelförmiges Gebilde zu erkennen ist. Dieser Befund war für die Vertreter der angewandten Botanik und der Warenkunde deshalb von besonderem Interesse, weil er die Möglichkeit bot, mit seiner Hilfe die technisch verwertete Hanffaser von der ähnlich gebauten, aber der Gabelenden entbehrenden Flachsfaser zu unterscheiden. So zahlreich jedoch die Arbeiten über diese Gabelenden sind, so widersprechend sind die Angaben der Untersucher. Auf der einen Seite stehen Autoren wie SCHACHT (1853), V. HÖHNEL[1]), SAITO (1901), HANAUSEK (1901), KORN (1909), SONNTAG (1911), BEAUVERIE (1913), REIMERS (1919) und weitere, die Gabelenden beobachtet haben und sie als Erkennungsmerkmal der Hanffaser ansprechen. Auf der anderen Seite wird dies bekämpft von CRAMER (1881), WIESNER (1867 und 1921), VETILLARD (1876), LECOMTE (1892), BRIOSI und TOGNINI[2]), SELLEGER (1904), A. HERZOG (1908) und anderen: sie finden entweder überhaupt keine oder nur so selten Gabelenden, daß sie dieselben als diagnostisches Merkmal ganz verwerfen oder nur sehr vorsichtig bewertet wissen wollen. Am weitesten geht auf der einen Seite V. HÖHNEL, der aus dem Auftreten der Gabelenden sogar die Herkunft des Hanfes be-

1) Zur Mikroskopie der Hanf- und Flachsfaser. Ztschr. f. Nahrungsmitteluntersuchung, Hygiene und Warenkunde 1892. — Die Mikroskopie der technisch verwendeten Faserstoffe, 1906, p. 48.

2) Anatomia della Canapa. Mailand 1896, Bd. II, p. 148.

stimmen will: je südlicher die Heimat der Pflanze, desto mehr Gabelenden werden gebildet. Indischer Hanf weist starke Verzweigung der Enden auf, nordischer Hanf seltene Gabelbildung, spanischer Hanf steht etwa dazwischen. Ganz entgegengesetzt äußern sich auf der anderen Seite BRIOSI und TOGNINI in ihrer



1 2 3 4 5 6

Abb. 1. Bastfaserspitzen von *Cannabis sativa* nach 10tägiger Stengelknickung. Vergr. etwa 330.

umfangreichen anatomischen Monographie des Hanfes: Sie haben niemals die von V. HÖHNEL beschriebenen verzweigten Enden beobachtet. Die letzte Untersuchung stammt von W. MÜLLER[1]), der zu folgendem Resultate kommt: Gabelenden kommen so selten vor oder fehlen ganz, daß sie als Kennzeichen der Hanffaser nicht

1) Über die Gabelenden der Hanffaser. Faserforschung 1921. p. 246.

angesehen werden dürfen, ebenso ist es ausgeschlossen, nach Zahl und Form der Gabelenden die geographische Herkunft des Hanfes zu bestimmen.

Meines Erachtens muß die Behandlung der Frage, um zu Fortschritten zu gelangen, auf einer ganz anderen Basis aufgebaut werden: es ist sehr auffällig, wie wenig sich die bisherigen Autoren mit der lebenden Pflanze beschäftigt haben! Sie haben zu wenig berücksichtigt, daß, wie in jeder lebenden Zelle, so auch in den Bastfasern eine ganze Reihe von Entwicklungsmöglichkeiten schlummert, die nicht in die Erscheinung zu treten brauchen, wenn die Entwicklung normal verläuft, die aber sichtbar werden können, sobald das wohlgeordnete System der Korrelationen eine Störung erfährt. Von dieser Erwägung ausgehend, habe ich keine Handelsfasern untersucht und auf „Gabelenden“ hin abgezählt, sondern die lebende Pflanze geprüft und mit ihr experimentiert. Als Versuchsobjekte dienten Hanfpflanzen, die feldmäßig angebaut waren; in der Hauptsache bestanden sie der Herkunft nach aus der zweiten Absaat einer italienischen Originalsaat, ferner auch aus deutscher Originalsaat. Daneben kamen noch tote Pflanzen eines in Finnland gewachsenen und eines als „Russischer Hanf“ bezeichneten Musters zur Untersuchung. Dabei bin ich zu folgenden Ergebnissen gelangt:

1. Den Bastfasern wohnt ganz allgemein die Fähigkeit inne, auf geeignete Reize hin mit lokal begrenztem Flächenwachstum zu reagieren.

2. Als reaktionsfähig erweist sich das Faserende, sowohl das basale als auch das apikale. (Nur die „lokalen Anschwellungen“ wurden bisweilen auch im mittleren Faserteil gefunden.)

3. Als Folge davon treten auf: papillenähnliche Ausstülpungen der Membran, größere Höcker und Zinken, Verzweigung der Faser, lokale Anschwellungen der Faser.

4. In seltenen Fällen tritt Querwandbildung und Abschnürung eines kernhaltigen Spitzenteils auf.

5. Der Reizanstoß läßt sich durch mechanische Beeinflussung vermitteln:

a) Experimentell: Künstlich geknickte Stengel reagieren an den Knickstellen nach 5—10 Tagen mit der Bildung von Gabelenden usw.

b) In der freien Natur: Durch Wind oder andere Faktoren geknickte, oder sich durch gegenseitige Berührung wundscheuernde Stengel weisen an den Knick- bzw. Wundstellen hervorragend viele abnorme Fasern auf.

6. Auch keine gesunde Pflanze ist ganz frei von „Gabelenden“ und anderen abnormen Formen ihrer Bastfasern.

7. Diese sind in der (normalen) Pflanze so verteilt, daß sie jeweils an den Stellen stärkerer mechanischer Beanspruchung am häufigsten auftreten. (Hypokotyl, Ansatzstellen der Seitenäste!)

8. Zwischen Weibchen und Männchen bestehen keine Unterschiede.

Diskussion.

1. Zur Physiologie.

Wenn auch das lokale Flächenwachstum entweder in der normalen Pflanze vorzugsweise an mechanisch stark beeinflußten Stellen des Stengels auftritt oder sich im Experiment durch mechanische Eingriffe anregen läßt, so ist damit natürlich noch nichts ausgesagt über den oder die eigentlich wirksamen Reize. An und für sich wäre zwar vorstellbar, daß der mechanische Eingriff als solcher eine Rolle spielt, indem er auf die perzipierende Hautschicht des Protoplasten infolge Änderung der Kohäsionsspannung als Formreiz wirkt. (Im Hypokotyl wäre die Rindenspannung in Betracht zu ziehen!)

Jedoch werden bei so groben Verwundungen, wie sie Knickung und Abscheuern des Stengels vorstellen, mannigfaltige andere Faktoren und schwerwiegende Korrelationsstörungen auftreten. Die Leitung des Wassers, der anorganischen und organischen Nährstoffe wird sich, zum mindesten zeitweilig, quantitativ und qualitativ stark verändern, ebenso die Transpirationsverhältnisse bloßgelegter Gewebeflächen. Die Gewebe der Konvexseite werden bei einer Knickung unter erhöhter Zugspannung, die der Konkavseite unter erhöhtem Drucke stehen, ihre geotropische Lage ist anfangs abnorm. Infolge Zerrung und Lockerung von Gewebepartien könnten die Nachbarzellen als gestaltbestimmender Faktor direkt mechanisch, werden sie verletzt oder getötet, dann außerdem durch die damit verbundene Änderung im chemischen oder osmotischen System eine Rolle spielen. Bleiben sie erhalten, so können sie, besonders bei Stengelknickung, umfangreiche hypertropische und hyperplastische Gewebewucherungen bilden[1]) und damit wieder in verschiedener Weise Reizwirkungen ausüben. — Gestaltungsanomalien fadenförmiger Zellen infolge eines abnorm lokalisierten Wachstums sind bekanntlich weiterverbreitet: Wurzel-

---

1) Dabei fand ich eigenartige sekundäre Wachstumsvorgänge an Zellen des Holzkörpers, worauf ich in einer besonderen Abhandlung demnächst eingehen werde.

haare, Pollenschläuche, Pilzhyphen, Algenfäden liefern Beispiele, und wir wissen in vielen Fällen, daß sie sich durch Giftwirkung, Änderung des osmotischen Druckes, der Temperatur etc. erzeugen lassen. Jedoch liegen bei den allseits vom Nachbargewebe umschlossenen Bastfasern die Verhältnisse bei weitem nicht so durchsichtig wie bei den eben genannten, zweifelsohne viel weniger korrelativ beeinflußten Objekten. Sind die mit Hilfe der „Knickmethode“ beim Hanf erzielten Störungen der Regulationen anderer Art als die beim Flachs auf die gleiche Methode erzielten, oder bestimmt allein die innere Disposition der Zelle darüber, daß der Hanf vornehmlich mit verzweigten Spizen etc., der Flachs stets mit lokalen Anschwellungen antwortet?[1]) Warum sind es nur eng begrenzte Felder der Membran, die Flächenwachstum zeigen, und was entscheidet über ihre so unregelmäßige Verteilung? Sehen wir uns unter den Bastfasern anderer Familien um, so finden wir zunächst solche Vertreter, die — soweit bisher bekannt — stets „normale“ Zellen aufweisen (z. B. viele Leguminosen), dann aber stoßen wir wieder auf die eben erwähnten Unterschiede: auf der einen Seite die bekannten lokalen Anschwellungen (Asclepiadaceen, Vincaceen, Apocynaceen), auf der anderen Seite unregelmäßige Formung der Spitze (Malvaceen, Thymelaeaceen etc.). Beiden Erscheinungen ist gemeinsam, daß sie infolge lokalen Flächenwachstums auftreten, sie unterscheiden sich darin, daß es im ersten Fall auf eine kurze Zone allseitig die Membran ergreift und ober- und unterhalb dieser Zone langsam und regelmäßig abklingt (oft ist damit eine Einkapselung des Plasmas und die Bildung von neuen Membranen verknüpft), während im zweiten Fall engbegrenzte, unregelmäßige und einseitig orientierte Wachstumsfelder der Membran ausgestülpt werden (ohne Plasmaeinkapselung und Membranneubildung). Soll man in dieser Erscheinung den Ausdruck für zwei verschiedene Wachstumspotenzen erblicken? Das bis jetzt in der Literatur niedergelegte Beobachtungsmaterial ist noch zu gering, um hier sichere Schlüsse zu gestatten, außerdem finden sich ja, wie erwähnt, beide Wachstumsvorgänge beim Hanf kombiniert, und auch beim Flachs kommen, allerdings sehr selten und nur im Hypokotyl, hanfähnliche Bastfasern mit verzweigten Spitzen vor. Wenn wir uns vorläufig damit begnügen, hier von „unharmonischer Ausbildung“ zu sprechen, so ist damit allerdings nicht viel gewonnen — späterer experimenteller Prüfung

1) SCHILLING, Über die lokalen Anschwellungen der Bastfasern. — Diese Berichte, XXXIX, 1921, p. 379.

bliebe es vorbehalten, die genannten Wachstumsvorgänge kausal als Chemomorphosen, Mechanomorphosen usw. zu erklären — und es fordert zum Widerspruch heraus, daß z. B. für die Thymelaeaceen ähnliche Gestaltungsanomalien der Bastfasern als ständig vorhanden und geradezu als typisch für die Familie angegeben werden. Hier ist es also sicherlich nicht angängig, sie schlechtweg unter den Begriff des Abnormalen und Pathologischen einzureihen, vielmehr scheinen sie den Rang eines Organisationsmerkmales beanspruchen zu können. Eine Nachprüfung und weitere Versuche sollen angestellt werden, wobei ich mich u. a. des früher[1]) genannten Apparates bedienen werde, der die intermittierende Biegung von Stengeln gestattet.

2. Zur diagnostischen Bewertung.

Wir gehen davon aus, daß jede Hanfpflanze ± abnormale Bastfasern, darunter solche mit Gabelenden, aufweist. Der Sitz dieser diagnostisch für wertvoll angesehenen Fasern ist vornehmlich am Basalteil des Stengels, insbesondere am Hypokotyl. ferner an den Ansatzstellen von Seitenästen. Das Problem, weshalb nun in der Handelsfaser bald Gabelenden vorhanden sind, bald fehlen, verschiebt sich somit von der Pflanze weg auf die Gewinnung der Faser, die wir in Ernte, Röste und weitere maschinelle Verarbeitung zerlegen wollen. 1. Ernte. Hierbei wird meist so verfahren. daß die Stengel entweder mit Handsicheln oder mit Maschinen über dem Erdboden abgemäht werden; die Wurzel samt Hypokotyl und untersten Internodien bleibt im Erdboden stecken, d. h. die an Gabelenden reichen Fasern kommen nicht in die Handelsfaser. Im Gegensatz hierzu kommt es aber auch vor, daß der Hanf gerauft, d. h. mit Wurzeln ausgezogen wird: hier gelangen also die an Gabelenden reichen Stengelteile noch zur weiteren Verarbeitung! — 2. Röste. Diese erfolgt (unter der Mitwirkung von pektinverzehrenden Mikroorganismen) teils in Wasser (Wasserröste), teils auf dem Felde (Tauröste, seltener). Hierbei wird so verschieden verfahren, daß es wohl möglich erscheint. daß in einem Fall restlos alle Bastfasern, auch die der basalen und apikalen Stengelteile, gewonnen werden, während im anderen Fall dies nicht zu geschehen braucht. — 3. Weitere Verarbeitung. Auf das Trocknen der Stengel folgt Trennung der Faser vom Holzkörper. entweder maschinell durch das „Brechen" oder mit der Hand durch Abziehen der Faser („Schleißhanf"). darauf das Schwingen. und

1) Schilling, a. a. O.

schließlich das Hecheln. Alle diese Prozesse entfernen, auch aus der Faser, bestimmte Abfälle, deren Menge sowohl vom Arbeitsgang selbst wie auch von der Beschaffenheit der Faser (Röste, Verholzung usw.) abhängig ist: vielleicht spielt dies auch für unsere „Gabelenden" eine Rolle. Wenn sie in der so spinnfähig gemachten Faser noch erhalten sein sollten, so werden sie nunmehr, soweit sie den basalen und apikalen Stengelteilen angehören, z. T. entfernt, indem für die Bindfadenfabrikation die Mitte der Langfaser („Herz") herausgenommen wird, während die Wurzelenden gesondert für sich zu gröberen Erzeugnissen verarbeitet werden. Ebenso werden die „Kopfenden" für sich verarbeitet. Die Verarbeitung zu Seilen, bei der die ganze Faser benutzt werden kann, schaltet hier wohl aus, da ja im Grunde die ganze Frage nur Interesse bietet, wenn es sich um die Verfälschung von Flachsgespinnsten mit Hanffaser handelt. Jedenfalls haben die Gabelenden normaler Pflanzen nicht viel Aussicht, in diese Faser zu gelangen; am ehesten noch solche von gerauften, gut gerösteten und kurzen Pflanzen. Mehr Aussicht dürften die Gabelenden haben, die von windbeschädigten, geknickten (und dann wieder orthotrop gewachsenen), wundgescheuerten Stengeln stammen, in denen sie gerade am häufigsten sind. Welche Rolle die Gabelenden von den Ansatzstellen der Seitenäste spielen, ist mir unklar; Faserhanf zeichnet sich bekanntlich durch herabgesetzte Verzweigung aus. Hier wäre die Möglichkeit, daß entweder stärker verzweigte Exemplare zur Verarbeitung kommen und so Gabelenden liefern, oder daß dies die Faser der „Kopfenden" tut, die z. T. schon dem Fruchtstande entstammt. Eine restlose Lösung der Frage ist also gar nicht so einfach, wie es bisher den Anschein hatte; jedenfalls hoffe ich durch die vorliegenden Ausführungen einen neuen Gedankengang in das alte Problem getragen zu haben!

20. G. Dittrich: Über Auftreten und Wachstumsbedingungen von höheren Pilzen.

(Eingegangen am 5. Dezember 1922 Vorgetragen in der Februarsitzung 1923.)

In der Not der Kriegszeit wurde die Deutsche Botanische Gesellschaft von amtlicher Stelle um Auskunft über die wissenschaftlichen Grundlagen für eine Förderung der Produktion von Speisepilzen angegangen. Eine hierfür ernannte Kommission wandte sich in dieser Frage an eine Anzahl Pilzkundiger. Was an Erfahrungen und Ratschlägen einging und später in diesen Berichten veröffentlicht wurde, zeigt in der Hauptsache, wie wenig Positives noch auf dem in Rede stehenden Gebiete bekannt ist.

Die Beobachtungen, die hier wiedergegeben werden sollen, können auf unmittelbare Verwertbarkeit für Zwecke der Pilzzucht gleichfalls keinen Anspruch erheben. Wenn weiterhin vom Wachstum der „Pilze" gesprochen wird, so ist darunter, dem Brauch des Alltags entsprechend, das Erscheinen der Fruchtkörper zu verstehen.

Will man von den jedermann bekannten notwendigen Bedingungen des Auftretens der Wald- und Wiesenpilze, nämlich Wärme und Feuchtigkeit, eine als die wichtigere hervorheben, so ist es die Durchtränkung des Bodens mit Wasser. Denn in ausgesprochen trockenen Sommern, wie 1921, sieht man selbst auf stundenlangen Wanderungen in günstigem Gelände (außer perennierenden Fruchtkörpern) überhaupt keinen Pilz, es sei denn der halbzähe, an Holz wachsende *Lentinus tigrinus* (Bull.). Dagegen gedeihen bei ausgiebigem Regen, auch wenn die Temperatur weit unter das sonst hierfür wohl angegebene Minimum von 10—12 ^{0} sinkt, zahlreiche Arten, vor allem natürlich ausgesprochene Spätherbstpilze, unter denen der Graureizker[1]), *Tricholoma porten-*

1) Die in Schlesien verbreitete Bezeichnung „Graureizker" ist das Analogon zu dem mit ihm gemeinsam wachsenden „Grünreizker". Wie das Volk dazu gekommen ist, diese beiden Arten Reizker zu nennen, ist nicht ohne weiteres klar. Man könnte an die weitaus überwiegende Verwendung zu Pilzsuppen denken, die sie mit dem „Rot- oder Blutreizker" teilen. Aber auch eine andere Erklärung ist möglich. Bei der Landbevölkerung gelten im Gegensatz zu den im allgemeinen als eßbar angesehenen Röhrenpilzen die Blätterpilze als giftig, wovon man jedoch insbesondere die Champignons und Reizker ausnimmt. Vielleicht hat man nun den beiden *Tricholoma*-Arten, um sie als eßbar zu kennzeichnen, den Stammnamen eines eingeführten Speisepilzes gegeben.

tosum Fr., beispielsweise 1917 bis Ende November bei 5—7 ° sehr zahlreich zu finden war. Recht lange hält auch *Cantharellus aurantiacus* (Wulf.) den sinkenden Temperaturen stand. Der eigentliche Winterpilz, *Collybia velutipes* (Curt.), und die Drehlinge, *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) und *salignus* (Pers.), bilden ihre Fruchtkörper immerhin nur bei einigen Wärmegraden aus, wenn auch oft noch im Dezember und Januar. RICKENs Angabe, *Limacium Vitellum* (Alb. et Schw.) erscheine nie vor dem ersten Frost, wird nicht die Zustimmung aller Beobachter finden; im letzten Oktober z. B. wurde es zwischen Kl.-Bresa und Nippern bereits an dem der ersten Frostnacht vorausgehenden Tage festgestellt.

Aber auch empfindlichere und geschätztere Speisepilze stellen sich noch zu später, kühler Jahreszeit ein, sofern es nur genügend regnet; so kamen am 12. November 1918, bei ähnlicher Witterung wie im gleichen Monat des Vorjahres, Steinpilze reichlich auf den Markt. Im Oktober 1922, dem vom Observatorium Krietern „Winterwetter" zugeschrieben wurde, gediehen in der ganzen Umgegend Pilze aller Art in Hülle und Fülle. Andererseits wuchsen im Mai 1919 und ebenso in anderen Jahren bei einem Tagesmittel von 5—6 ° und Regenfällen Fruchtkörper von Maipilzen sichtlich weiter, während gleichzeitig die von *Psalliota arvensis* (Schaeff.) neu zum Vorschein kamen.

Man könnte an die Möglichkeit denken, daß das Myzel der spät erschienenen Steinpilze im Boden eine höhere Temperatur vorgefunden habe. Das ist unwahrscheinlich, da die Wärme in den oberen Erdschichten wesentlich von den jeweiligen Niederschlägen abhängt, die ihrerseits im allgemeinen einige Grade kühler sind als die Luft, die sie durchfallen. Auf der anderen Seite erhält sich, wenn Niederschläge ausbleiben, die Temperatur des Waldbodens eine Zeitlang unabhängig von Luft und Sonnenschein, der durch die Nadelbäume auch gar nicht durchdringt. Trockener Frost bereitet zwar allen weichen Fruchtkörpern ein schnelles Ende, hindert aber noch nicht eine neue Fruktifikation. In den Nächten zum 4. und 5. Oktober 1916 setzte in Mittelschlesien scharfe Kälte (etwa — 6 °) bei klarem Himmel ein, die aber bald von warmem, regnerischem Wetter abgelöst wurde. Schon am 9. Oktober konnten bei Bukowine im Kreise Gr.-Wartenberg 23 Arten in frischen Exemplaren notiert werden, darunter *Amanita mappa* (Batsch), *Lepiota amianthina* (Scop.), *Stropharia viridula* (Schaeff.), *Lactaria glycyosma* Fr., *Coprinus porcellanus* (Schaeff.), *Clitocybe odora* (Bull.), *Clitocybe clavipes* (Pers.), *Tricholoma saponaceum* Fr., *Boletus luridus* Schaeff., *f. erythropus* Pers., *Hydnum repandum* L., *Geoglossum hirsutum* (Pers.).

Die Kriegsjahre boten mit ihrem der Vegetation nicht eben günstigen Wetter Gelegenheit, den Einfluß abnormer Bedingungen auf das Pilzwachstum zu studieren. 1915 gab es im Mai und im größten Teil des Juni (bis 25. Juni) in der weiteren Umgebung Breslaus, wie wohl auch anderwärts, überhaupt keine Niederschläge; als aber im Juli wochenlange Regenfälle bei zeitweilig empfindlicher Kühle eintraten, entwickelte sich hier allmählich eine Pilzflora von fast beispielloser Fülle der Individuen und Arten, so daß damals am Frühmarkt Steinpilze mit 0,25 M. das Pfund gehandelt wurden und allerhand Pilze für Fütterungszwecke in kurzer Zeit zentnerweise zu sammeln waren. Auch der Sommer 1922, dem nach einem von meteorologischer Seite gebrauchten Ausdruck eine zweijährige Dürre voraufgegangen war, brachte in der Ebene wie im Gebirge einen unabsehbaren Steinpilzsegen unter auffälligem relativen Zurücktreten anderer Sorten. Bei der Absenkung des Grundwasserspiegels, von der in den beiden letzten Jahren viel geredet wurde, kam die Pilzvegetation überraschend schnell in Gang.

Nach trockenen Frühjahren, wie 1915, stellte sich im Scheitniger Park, aus dem rund 100 Spezies bekannt sind, regelmäßig zuerst die Stinkmorchel, *Phallus impudicus* L., in großer Zahl ein.

Daß für das Wachstum von Hymenomyceten die Einflüsse von Wärme und Feuchtigkeit, ohne Rücksicht auf den Kalendermonat, maßgebend sein können, zeigt das Erscheinen von Steinpilzen am Breslauer Markt Ende April 1920 bei ausreichenden Niederschlägen nach warmen Vorfrühlingstagen.

Wenn man die Abhängigkeit der Pilzentwicklung von diesen beiden ausschlaggebenden Faktoren so darzustellen pflegt, daß im Laufe jedes Sommers immer erst Laub und Nadeln des Waldbodens in Fäulnis übergehen müßten, um dem großen Heer der Herbstpilze den Nährboden vorzubereiten, so trifft dieser Erklärungsversuch offenbar nicht für das zeitige Erscheinen von Morcheln, Maipilzen u. a. zu. (Das früheste Datum, an dem die Morchel schlechthin, *Gyromitra esculenta* [Pers.], am Breslauer Markt festgestellt werden konnte, war der 15. März des Jahres 1898.)

Nicht selten treten Pilze ohne erkennbaren Anlaß zu anderer Zeit als gewöhnlich auf. Am 14. Mai 1922 fanden sich zahlreiche große Exemplare von *Lycoperdon caelatum* Bull. in Baumpflanzungen zwischen Schwoitscher Chaussee und Botanischem Schulgarten. SCHROETER gibt für sie September bis November an, MICHAEL auch August. Bemerkenswert ist, daß die eigentlich zu dieser

Jahreszeit fälligen größeren Arten, wie die Maipilze und *Entoloma clypeatum* (L.), bei dem kühlen, bis auf wenige Regenfälle trockenen Wetter noch ganz fehlten.

Ausgeprägte Frühlingspilze bleiben aus, wenn nicht spätestens der Mai reichliche Niederschläge brachte. Arten, die in voller Fruktifikation stehen, können durch eine mehrwöchige Trockenheit unterdrückt werden, so daß sie, obgleich ihre Zeit normalerweise noch Monate währen könnte, an dieser Stelle für das weitere Jahr ausfallen. Mit größerer Regelmäßigkeit beobachtet man, daß solche Sorten, die in einem Jahre reichlich fruktifizierten, im folgenden unter ähnlichen Bedingungen nur spärlich zu finden sind, und umgekehrt: Graureizker, die bei dem plötzlich einsetzenden ungünstigen Wetter der beiden voraufgegangenen Herbste ganz ausgeblieben waren, bedeckten dafür 1922 weite Kiefernwaldflächen in großer Menge.

Manche Jahre sind durch üppige Entwicklung einer einzelnen Pilzart ausgezeichnet. Der Hallimasch nahm 1920 in der sonst nicht besonders pilzreichen Strachate oberhalb Breslaus ganze Rasenflächen ein, an der Briskestraße trat er um kurz zuvor eingerammte Holzpflöcke einer niedrigen Umwehrung auf, bei Wartha war kaum ein Baumstumpf ohne ihn zu finden usw. Dagegen war das letzte Jahr (1922) auffallend arm an Galluscheln (Pfifferlingen, *Cantharellus cibarius* Fr.), die daher auch beständig weit höher als Steinpilze bezahlt werden mußten; geringere Niederschläge im Frühjahr können dafür nach den Erfahrungen von 1915 und 1918 nicht verantwortlich gemacht werden. In der Folge guter Steinpilzjahre für Schlesien, nämlich 1897, 1903, 1909, 1915, 1922 (nach der Trockenheit von 1921), wird man schwerlich eine gesetzmäßige Reihe erblicken dürfen.

Von den holzbewohnenden Pilzen, deren Entwicklung im Gegensatz zu den meisten Arten des Waldbodens experimentell studiert werden konnte, sei hier nur erwähnt, daß auf einem von *Pholiota mutabilis* (Schaeff.) besiedelten Stumpf die Fruchtkörper bei einigermaßen gleichmäßig über das Jahr verteilten Niederschlägen dreimal erscheinen, etwa im April-Mai, Juli, September-Oktober. An einem alten Baumrest wurden diese Stockschwämmchen 10 Jahre lang gefunden, bis ihn die fortschreitende Vermoderung im Erdreich verschwinden ließ.

Als in der Kriegszeit Moos, Laub und Nadeln in großem Umfang vom Waldboden entfernt wurden, um als Streu verwendet zu werden, wurden Bedenken dagegen mit Rücksicht auf das Pilzwachstum geltend gemacht; doch scheint die befürchtete Schädigung

nicht eingetreten zu sein. In einem jungen Eichenbestand bei Raake (Kr. Oels) wuchsen an Stellen, von denen alles Laub fortgenommen war, Pfifferlinge im Juni 1916 auffallend zahlreich. Das Ziehen oberflächlicher Furchen im Walde, wie es zur Förderung des Baumwuchses vorgenommen wird, dürfte nach Beobachtungen bei Wohnwitz das Erscheinen der Fruchtkörper gleichfalls nicht beeinträchtigen.

Von den sog. Pilzfreunden oder Pilzessern wird von jeher lebhaft die Frage erörtert, ob man sich durch Abschneiden oder „Ausdrehen" einen reichlicheren Nachwuchs sichern könne. Vor dem Erscheinen der Pilzbücher von MICHAEL herrschte die Lehre vom Abschneiden; später hieß es, der stehenbleibende Rest des Fruchtkörpers bilde eine Gefahr für das Myzel, auf das die Fäulnis überginge. Von weißem oder gelbem Hyphenfilz überwucherte Pilzstümpfe findet man in der Tat nicht selten im Walde; daß von hier aus auch das Myzel im Boden angesteckt wird, dürfte indessen noch nicht nachgewiesen sein. Es ist auch nicht angängig, die Erfahrungen der Champignonzüchter an ihren für verhältnismäßig kurze Zeit hergerichteten Beeten ohne weiteres auf die Entwicklung der Pilze im Waldboden zu übertragen. Endgültige Klärung könnten nur Versuche auf größeren Flächen im Freien bringen. Von einem ansehnlichen Ring von Maischwämmen (2½ Pfund), wie sie im Scheitniger Park seit etwa 10 Jahren zu beobachten sind, wurden 1916 die Fruchtkörper an einer gekennzeichneten Stelle mit dem Messer abgeschnitten, im übrigen aber aus dem Boden herausgehoben; im nächsten Jahr entwickelten sie sich in dem markierten Bogen zeitiger und reichlicher als in dem übrigen Kreise.

Absonderlich mutete eine Meldung aus Ratibor an, wo in der zweiten Aprilhälfte des Jahres 1918 in einem Gehöft der Salzstraße, das als Stapelplatz für Weihnachtsbäume gedient hatte, Spitzmorcheln in schönen Exemplaren wuchsen; der Kalkgehalt einer nahe gelegenen Schuttstelle wurde als begünstigender Faktor angesehen. Bei der Waldmühle im Kreise Oels trat unerwartet in der ersten Maiwoche 1919 *Morchella esculenta* in einer stattlichen Gruppe auf einer Wiese, die vorher mit Kalk bestreut worden war, auf.

Eine genauere Kenntnis der Verbreitungswege der Hymenomyzeten und Helvellaceen wäre von volkswirtschaftlicher Bedeutung. Mancherlei spricht dafür, daß dabei dem Myzel die Hauptrolle zufällt; so treten beim Verpflanzen von Bäumen oder beim Aufschütten von Walderde oft Arten auf, die bisher an der

betreffenden Örtlichkeit fehlten. Jedenfalls ist es erstaunlich, mit welcher Schnelligkeit sich Baumschulen und parkartige Anlagen mit Pilzen besiedeln. In einer Fichtenpflanzung, die auf dürftigem Boden (Oderschlick und Sand) östlich von Breslau angelegt wurde, stellten sich bald Rotreizker ein, und in den folgenden Jahren wurden dort vom Publikum reichlich *Boletus*-Arten gesammelt. Nach den gärtnerischen Arbeiten anläßlich der Jahrhundertausstellung 1913 erschien *Mutinus caninus* (Huds.) im Scheitniger Park; einige Jahre später wuchs er auch im Südpark[1]). Die jungen Anlagen im Westen von Breslau (bei Cosel) beherbergen bereits die meisten bekannteren größeren Pilzarten, selbst *Helvella lacunosa* Afz.; hier hat auch die, wie überall in der Umgebung, auftretende *Amanita phalloides* Fr. schon Anlaß zu Todesfällen gegeben.

Andererseits gibt es Waldstriche, in denen eine einzige Spezies geradezu herrscht, von denen sie sich weiter ausbreitet und dabei, wie es scheint, andere Formen unterdrückt. In einem Kiefernwalde zwischen Bohrau und Oels war im letzten August der Boden, so weit das Auge reichte, nur mit zahllosen Exemplaren von *Rozites caperata* (Pers.) bedeckt; Täublinge, die sonst dort vorkamen, fehlten, sie waren allerdings auch sonst in diesem Jahre weniger häufig zu finden.

So sicher man bei vielen Pilzen das Auftreten an der gleichen Stelle wie in früheren Jahren vorhersagen kann, so zahlreich sind doch auch die Fälle, in denen eine Art vorübergehend oder dauernd ausbleibt oder sich gänzlich überraschend einstellt, ohne daß auch nur Vermutungen über den Zusammenhang beständen. Auf einer Rasenfläche in Scheitnig wurde am 5. September 1920 nahe bei einem fast täglich begangenen Wege *Entoloma porphyrophaeum* Fr., eine ansehnliche, in Schlesien kaum beobachtete Art, plötzlich festgestellt.

Für das regelmäßige Vorkommen einzelner Pilze in der Nähe bestimmter Bäume seien nur zwei Fälle angeführt. *Boletus elegans* (Schum.) bewährte seine Abhängigkeit von der Lärche, indem er in dem 1913 angelegten Japanischen Garten neben einem Bäumchen dieser Art, übrigens erstmalig in dem ganzen Gelände, auftrat. Hexenpilze finden sich in den Wäldern der Umgebung Breslaus

1) Wer diesen Pilz für geruchlos erklärt, muß ihn nicht in frischem Zustand in die Hand bekommen haben oder sonstwie an der Feststellung dieses Merkmals gehindert worden sein. Er stinkt entsetzlich, vielleicht nach Hundeexkrementen.

nach zahlreichen Beobachtungen nur unter Eichen, und zwar konstant in der Form *erythropus* Pers., unabhängig von der größeren oder geringeren Feuchtigkeit des Jahres, die nach anderen Angaben für einen Wechsel im Auftreten von *Boletus erythropus* Pers. und der Stammform *luridus* Schaeff. am gleichen Standort maßgebend wären.

In merkwürdiger Abhängigkeit vom Alter des Fichtenwaldes vollzieht sich die Vegetation der *Lactaria deliciosa* (L.): Man findet sie in größter Menge unter den dicht stehenden Bäumen der Schonungen, und sie verschwindet aus ihnen völlig, sobald die Fichten eine gewisse Zahl von Jahren erreicht haben.

Zur Beachtung!

Innerhalb Deutschlands erhalten die Mitglieder die Berichte durch den Postzeitungsvertrieb. Für pünktliche und regelmäßige Zustellung der Berichte ist **die Post verantwortlich.** Beschwerden über Ausbleiben des Heftes (am Ende jeden Monats mit Ausnahme von August und September) sind innerhalb 4 Wochen an die zuständige Poststelle zu richten, welche **zur kostenlosen Nachlieferung** fehlender Hefte **unbedingt verpflichtet** ist. **Bei Wohnungswechsel** ist die Umleitung der Zeitschrift bei dem zuständigen Postamt unter Beifügung einer Umschreibegebühr von 60 M. **unter allen Umständen** zu beantragen, da sonst leicht Hefte verloren gehen können. Zugleich ist der Wohnungswechsel der Mitglieder auch Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15, bekanntzugeben.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1923 mit genauer Angabe der Adresse des Absenders und vollständig druckreif an Herrn Prof. Dr. H. Miehe, Berlin-Lichterfelde-West, Stubenrauchstr. 10, zu senden Den Mitgliedern können kostenlos nur 2 Arbeiten von je 6 Druckseiten in normalem Druck und der Raum einer Seite für Textfiguren in Strichätzung jährlich zugestanden werden. Alle Mehrkosten, die durch Ueberschreiten der im Vorstehenden festgesetzten Bedingungen entstehen, insbesondere auch die Kosten für Petitdruck im Text und Druck von Tabellen, sind vom Autor zu tragen. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke und Korrekturen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen sind zu senden an Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1923.

Für die Generalversammlung: R. v. Wettstein, Präsident; E. v. Tschermak, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: H. Miehe, Vorsitzender; A. Zimmermann, 1. Stellvertreter; H. Harms, 2. Stellvertreter; B. Leisering, 1. Schriftführer; R. Pilger, 2. Schriftführer; K. Snell, 3. Schriftführer; Schatzmeister: E. Tiegs.

Redaktionskommission: H. Miehe, B. Leisering, R. Pilger, K. Snell, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): A. Weiße, L. Diels, F. Herrig, R. Kolkwitz, F. Duysen.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Werden mehr als 50 Abzüge gewünscht, so muß die Bestellung der Ueberzahl vor der letzten Korrektur erfolgen; die Kosten für die Mehrabzüge werden besonders berechnet und sind vom Verfasser zu tragen.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68.

BAND XLI. JAHRGANG 1923. HEFT 4.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

AUSGEGEBEN AM 24. MAI 1923.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a.
1923. Made in Germany

Inhaltsangabe zu Heft 4

[N]ächste Sitzung der Gesellschaft **Freitag, den 25. Mai 1923,** abends **7 Uhr,** [i]m **Hörsaal des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität, Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Straße 1.

Übersicht über die Mitgliederbeiträge

		Jahresbeitrag einschl. Berichte	Preis der Berichte im Buchhandel am 1. IV. 23	Vorzugspreis für das Botan. Zentralbl.[1]) 1. Halbbd.	Preis des Botan. Zentralblattes im Buchhandel am 8. 3. 23
Deutschland . . .	Mk.	**5000**,—	75000,—	1200,—	1600,—
Amerika	$	5,—	7,50	1,50	2,—
Belgien/Luxemburg	Frcs.	25,—	112,50	18,75	25,—
Dänemark. . . .	Kr.	18,—	33,75	6,80	9,—
England	Sh.	20,—	30,—	6,5	8.6
Frankreich . . .	Frcs.	25,—	93,75	18,75	25,—
Holland	Gld.	12,5	18,75	3,80	5,—
Italien	Lire	25,—	112,50	22,50	30,—
Japan	$	5,—	7,50	Sh. 6,5	Sh. 8,6
Norwegen	Kr.	18,—	37,50	7,50	10,—
Schweden	Kr.	18,—	26,25	5,30	7,—
Schweiz	Frcs.	25,—	37,50	7,50	10,—
Spanien	Pes.	25,—	37,50	7,50	10,—
Tschechoslowakei .	Kr.	25,—	168,75	33,75	45,—

An die Mitglieder, die ihren Wohnsitz in einem Lande haben, in denen die deutsche Markwährung höher ist als am 1. Juli 1914 (z. B. Österreich, Rußland), erfolgt Lieferung der Berichte zu dem für Deutschland geltenden Preise, außerdem sind noch die Versandkosten zu ersetzen.

Alle Geldsendungen werden franko erbeten entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“ oder an den Schatzmeister, Dr. E. TIEGS, Berlin-Steglitz, Bismarckstr. 66, an den man auch alle auf die Bezahlung der Beiträge bezüglichen Schriftstücke gelangen lassen wolle. Zahlungen aus dem Auslande, die nach § 12 der Satzungen laut obiger Aufstellung in der bei den einzelnen Ländern angegebenen, also nicht in deutscher Währung zu erfolgen haben, erbitten wir nur durch Bankscheck oder in Noten.

Es wird gebeten, bei Anfragen Rückporto beilegen zu wollen.

---

1) Erscheint bei GUSTAV FISCHER, Jena, Postscheckkonto: Erfurt Nr. 986 Es wird gebeten, das Botan. Zentralblatt direkt beim Verleger zu bestellen.

Zu den oben angegebenen Vorzugspreisen kommen noch die Portospesen für die direkte Zusendung, die sich für Deutschland für den laufenden 1. Halbband des zweiten Bandes auf M. 380,— und für den 2. Halbband auf M. 600,— stellen. Die Berechnung des Portos für das Ausland erfolgt auf der Basis eines halben Schweizer Franken.

Einladung

zur

Generalversammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Die Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft werden hierdurch zur Teilnahme an der am

Montag, den 6. August, vormittags 9 Uhr,

in der Technischen Hochschule in

Dresden

stattfindenden Generalversammlung eingeladen.

Die Tagesordnung ist durch §§ 15 und 16 der Geschäftsordnung gegeben. — In diesem Jahre werden wiederum gleichzeitig mit unserer Gesellschaft die Freie Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik und die Vereinigung für angewandte Botanik ihre Versammlungen abhalten.

An einem der folgenden Tage soll Tharandt besucht werden. Außerdem sind Ausflüge in die Sächsische Schweiz und in das Erzgebirge in Aussicht genommen.

Anmeldungen von Vorträgen werden möglichst bald an Herrn Geh. Rat Prof. Dr. O. DRUDE in Bühlau (Bez. Dresden), Theresienstraße 6, erbeten.

Ein ausführliches Programm der Vorträge und sonstigen Veranstaltungen wird den Mitgliedern noch zugehen.

R. Wettstein,
Präsident.

Antrag des Vorstandes zur Mitgliederversammlung.

Der Wortlaut in den §§ 29 und 31 ist zu streichen und durch folgende Fassung zu ersetzen:

§ 29.

„Der Austritt aus der Gesellschaft erfolgt durch ausdrückliche Erklärung. Wer mit der Zahlung fälliger Beiträge für drei Jahre trotz schriftlicher Mahnung im Rückstande bleibt, kann auf Beschluß des Vorstandes von der Liste der Mitglieder gestrichen werden."

§ 31.

„Tod, Austritt, Streichung eines Mitgliedes, Konkurs über das Vermögen eines Mitgliedes begründen keinen Anspruch an das Vermögen der Gesellschaft."

Die Begründung des Antrages erfolgt in der Mitgliederversammlung.

Sitzung vom 27. April 1923.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Faßbender, Paul, Diplom-Landwirt, cand. rer. nat. in **Stuttgart,** Seidenstr. 63 (durch E. LEHMANN und F. OEHLKERS),

Klika, Dr. **Jaromír,** Dozent der tschechischen techn. Hochschule in **Prag,** Košíře-Václavka 333 (durch K. KAVINA und F. BUBÁK),

Nürnberg, Erich, cand. rer. nat. in **Halle,** Botanisches Institut (durch G. KARSTEN und H. SIERP),

Pietsch, Albert, Lehrer in **Wensickendorf** b. Berlin, Kr. Niederbarnim (durch H. HARMS und E. ULBRICH),

Rehberg, M., Lehrer in **Oranienburg,** Königsallee 4, II (durch H. HARMS und E. ULBRICH),

Rump, Ludwig, Assistent am Institut für Pflanzenkrankheiten der Landwirtsch. Hochschule in **Bonn-Poppelsdorf,** Nußallee 7 (durch E. SCHAFFNIT und M. KOERNICKE),

Zimmermann, Dr. **Hans,** Vorsteher der Abteilung für Pflanzenschutz und Pflanzenkrankheiten an der Landw. Versuchsstation in **Rostock** (durch O. APPEL und A. VOIGT).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

Braunholz, Studienrat in **Braunschweig**,
Esdorn, Frl. **Ilse**, Apotheker in **Braunschweig**,
Hesse, Dr. ing. **Otto**, Studienassessor in **Sotmar**,
Kirchhoff, **Heinrich**, Apotheker in **Braunschweig**,
Morstatt, Dr., Regierungsrat in **Berlin-Dahlem**,
Nakano, Dr. **H**, Professor in **Berlin-Wilmersdorf**,
Oehm, **Gustav**, mag. pharm. in **Theusing**,
Pillay, Dr. **T. Padmanabha** in **Trivandrum**, Indien.
Schmidt, Dr. **Otto** in **Berlin-Friedenau**,
Schreiber, Dr. **Max** in **Wien**,
Trumpf, Dr. **Christian** in **Hamburg**,
Wahl, Dr. **Bruno**, Regierungsrat in **Wien II**,
Zederbauer, Dr., Professor in **Wien XVIII**,
Zeidler, Frl. **Julia**, Apotheker in **Braunschweig**.

Mitteilungen.

21. D. Prianischnikow: Zur Frage über die Bedeutung des Calciums für die Pflanzen.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 12. November 1922. Vorgetragen in der Januarsitzung 1923.)

A. Die Wirkung der Ca-Salze nach den Versuchen mit Wurzelteilung (Methode der „isolierten Ernährung").

Die Methode der isolierten Ernährung wurde bei den Vegetationsversuchen im Laboratorium des Verfassers seit 1902 angewendet; eine kurze Beschreibung der Methode ist in den Land. Vers. Stat., Bd. LXXX, S. 667, 1913, zu finden.

Diese Methode erwies sich für das Studium verschiedener ernährungsphysiologischer Fragen geeignet, und vor allem — der Frage über den Einfluß verschiedener Salze auf die Zugänglichkeit schwerlöslicher Verbindungen für die Wurzeln der Kulturpflanzen.

Es sei hier nur an einzelne Beispiele erinnert. Die Versuche von PRIANISCHNIKOW und SCHULOW[1]) bewiesen, daß das NH_4NO_3 nur bei einer unmittelbaren Berührung mit Rohphosphaten letztere für die Pflanzen zugänglicher macht.

Die Versuche von TSCHIRIKOW u. a.[2]), welche auch in unserem Laboratorium ausgeführt wurden, zeigten, daß die Ca-Salze die Ausnützbarkeit der Rohphosphate für die Pflanzen herabsetzen.

Weiter zeigten die Versuche von TSCHIRIKOW und SCHULOW[3]), welche nach derselben Methode arbeiteten, daß K der künstlichen Zeolithe nur in dem Falle den Wurzeln zugänglich wird, wenn der Zeolith sich in einem Gemisch mit Salzen von anderen Basen befindet. Ähnliche Verhältnisse wurden für einige natürliche K-Silikate nachgewiesen (ib.).

Durch alle diese (und andere) Versuche wurde bewiesen, daß die Pflanzen sich ganz normal entwickeln, wenn K, P oder N

1) PRIANISCHNIKOW, Landw. Vers. Stat., Bd. LXV, 1906, S. 47 (Abbildung auf d. Tafel IX).

2) Journ. f. Exp. Landw., Bd. XV, 1914, S. 54 (russisch).

3) PRIANISCHNIKOW, Landw. Vers. Stat., Bd. LXXX, 1913, S. 667.

nicht dem ganzen Wurzelsystem, sondern nur einem Teil der Wurzeln zugänglich ist[1]).

Aber weitere Versuche, welche im Laboratorium des Verfassers ausgeführt wurden, zeigten, daß sich nicht alle Elemente in dieser Hinsicht identisch verhalten.

So erwies sich aus den Versuchen von SIDORIN[2]), daß die Isolierung von Eisen gewisse Anomalien in der Entwicklung der Blätter von Mais hervorrief; eine Anzahl der Blätter zeigte eine eigenartige einseitige Chlorose (eine Hälfte gefärbt, andere chlorotisch). Bei der Isolierung von S konnte SIDORIN auch eine vorübergehende einseitige Färbung konstatieren.

Es war zu vermuten, daß die Isolierung von Ca einen allgemeinen ungünstigen Einfluß auf die Entwicklung der Pflanzen ausüben würde, denn aus zahlreichen pflanzenphysiologischen Arbeiten von HANSTEEN[3]), war die hervorragende Rolle des Calciums bei der Herstellung physiologisch balanzierter Lösungen gut bekannt.

Wenn der Transport der Ca-Salze von einer Wurzelspitze, wo sie in die Pflanze treten, zu einer anderen Wurzelspitze, die sich in einer Ca-losen Lösung befindet, nicht genügend rasch oder in nicht genügender Quantität erfolgt, so kann die letztere Wurzelspitze durch einen einseitigen Überschuß unbalanzierter Mg- und K-Ionen leiden.

Um diese Möglichkeit zu prüfen, wurden im Laboratorium des Verfassers im Jahre 1920 von M. DOMONTOWITSCH Wasserkulturen mit Isolierung von Ca-Salzen nach folgendem Plan durchgeführt:

NN. der Gefäße	1, 2	3, 4	5, 6, 7	8, 9
Äußeres Gefäß	Vollständige Nährlösung	Nährlösung ohne Ca	Nährlösung ohne Ca	Nährlösung ohne Ca
Inneres Gefäß	Vollständige Nährlösung	Nährlösung ohne Ca	$CaSO_4$	$CaCl_2$

Die Ergebnisse dieser Versuche zeigten einen bestimmten ungünstigen Einfluß der Isolierung von Ca auf die Entwicklung der Maispflanzen.

1) Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte auch K. FAACK Mitt. d. Landw. Lehrk. d. k. k. Hochsch. f. Bodenkultur. Wien, I, 443, 1913. Zit. nach GRAFE, Ernährungsphys. Praktikum, 1914, S. 66.

2) PRIANISCHNIKOW, Ergebn. d. Vegetationsversuche, X. u. XI. Bericht, 1916—1918, Landw. Akademie, Moskau (russisch)

3) Jahrbücher f. wiss. Botanik, Bd. XLVII, 1910, S. 289; Bd. LIII, 1914, S. 536.

1. Das Wachstum der Pflanzen bei der Isolierung von Ca wurde gehemmt.
2. An den Blättern der Pflanzen bemerkte man gewisse Krankheitserscheinungen (gelbliche Streifen, schwachen Turgor usw.).
3. Das Wurzelsystem der Pflanzen mit Ca-Isolierung zeigte in den Gefäßen ohne Ca eine schwache Entwicklung.

Gewicht der Wurzelmasse (im lufttrockenen Zustande.)

	Normal	Isolierung von $CaSO_4$	Isolierung von $CaCl_2$
Äußeres Gefäß	3.7 g	1.0 g[1]	1.4 g[1]
Inneres Gefäß	3.5 g	4.9 g[2]	4.0 g[2]

Das Wurzelsystem entwickelte sich also stark in allen Gefäßen mit Ca-Salzen, sowohl bei Anwesenheit als auch bei Abwesenheit anderer Nährsalze; in den Gefäßen ohne Ca wurden viele Wurzelteile bräunlich und starben ab; die Gesamtmasse der Wurzeln war hier 3—5mal geringer als in den Gefäßen mit Ca.

4. Die Pflanzen, welche die Ca-Salze getrennt von anderen Salzen erhielten, ergaben eine geringere Ernte im Vergleich mit den Kontrollpflanzen. Die mittlere Ernte der 6 Wochen alten Pflanzen war pro Gefäß:

Normal: 23.8 g $CaSO_4$ isoliert 15.2 g
$CaCl_2$ isoliert 17.2 g

Die angeführten Tatsachen bestätigen die Ansicht, daß es für die normale Entwicklung der Pflanzen nicht genügt, eine beliebige Verzweigung des Wurzelsystems mit Ca zu versorgen, sondern daß die Anwesenheit von Ca in der Lösung, welche alle wachsenden Teile der Wurzeln unmittelbar umgibt, notwendig ist.

Beim Gebrauch der Methode der „Isolierten Ernährung" muß man also diesen Verhältnissen Rechnung tragen.

B. Versuche über den physiologischen Antagonismus freier Säuren und der Ca-Salze.

In den vorigen Zeilen waren Balanzierungswirkungen der Ca-Salze berührt, welche schon seit längerer Zeit von zahlreichen Physiologen erforscht werden; im weiteren werden einige Fälle einer von den Botanikern verhältnismäßig wenig studierten Er-

1) Nährlösung ohne Ca.
2) Nur Ca-Salz.

scheinung beschrieben, nämlich Beobachtungen über die Einwirkung der Neutralsalze auf die Toxität der H·-Ionen¹).

Im Winter 1920—1921²) wurden im Laboratorium des Verfassers von M. DOMONTOWITSCH Versuche mit Blättern von *Elodea canadensis* angestellt. 8—10 *Elodea*-Blätter wurden 24 Stunden in Kolben mit 200 ccm Säurelösungen ohne und mit Neutralsalzen gehalten. Es wurden HCl, HNO_3 und H_2SO_4 0,0005—0,001 norm. verwendet, und von Neutralsalzen Chloride, Nitrate und Sulfate von Na, K, Mg, Mn, Ba, Sr und Ca in Konzentrationen von 0,0005 bis 0,005 norm. Zu den Säuren wurden Salze mit gleichen oder ungleichen Anionen zugefügt. Es wurde dabei die Annahme gemacht, daß eine Beimischung kleiner Mengen Neutralsalze zu einer verdünnten Lösung einer starken Säure praktisch keinen Einfluß auf die Dissociation der Säure und auf den Säuregrad der Lösung haben würde.

Nach Beendigung der Versuche wurden die Blätter in eine plasmolysierende Flüssigkeit gelegt. Die Zahl der zur Plasmolyse unfähigen Zellen diente als Maß der Giftwirkung der Lösungen. Ein Teil dieser Versuche wurde im Sommer 1922 wiederholt, wobei die Konzentration der H·-Ionen kolorimetrisch nach der Methode von MICHAELIS bestimmt wurde (Indicator — β-Dinitrophenol).

Von den zahlreichen Versuchen werden hier nur zwei als Beispiele angeführt.

Zusammensetzung der Lösung (norm.)	P_H	Zahl der Blätter mit dem Beschädigungsgrad:				Zusammensetzung der Lösung (norm.)	P_H	Zahl der Blätter mit dem Beschädigungsgrad:			
		100	·50	50	0			100	50	50	0
1. HCl 0,001 ...	2,99	8	–	–	—	1. HCl 0,005 ..	3,28	—	—	7	1
2. HCl 0,001 + $MgCl_2$ 0,001 .	2,99	5	3	—	—	2 HCl 0,001 ...	2,99	—	7	1	—
3. HCl 0,001 + $BaCl_2$ 0,001 .	2,99	2	5	1	–	3 HCl 0,001 + $CaCl_2$ 0,001 ..	2,99	—	—	7	1
4 HCl 0,001 + $SrCl_2$ 0,001 ..	2,99	5	1	2	–	4 HCl 0,0015 ..	2,83	7	1	–	—
5. HCl 0,001 + $CaCl_2$ 0,001 ..	2,99	—	4	4	–	5 HCl 0,0015 + $CaCl_2$ 0,001	2,83	—	5	3	—
6. HCl 0,001 ..	2,99	8	—	—	–	6 HCl 0,002 + $CaCl_2$ 0,001 .	2,73	2	6	—	—

1) Vgl. WIDAR BRENNER: Über die Wirkung von Neutralsalzen auf die Säureresistenz, Permeabilität und Lebensdauer der Protoplasten. COLETT, M. E. The toxicity of acids to infusoria. Journ. of exp. Zool., Bd. 34, 67, 1921.

2) Annalen der Landw. Akademie Moskau. 1920 (russisch).

In den Versuchen mit Scheiben aus den Wurzeln der roten Rübe, welche im Winter 1920/21 durchgeführt wurden, wurde eine sehr einfache Methode angewendet. Scheiben aus den Wurzeln der Rübe wurden in die Lösungen gebracht und die Zeitdauer bis zum Beginn der Exosmose des roten Safts bestimmt. Es wurden dieselben Lösungen wie bei *Elodea* (s. o.) verwendet.

Gemäß einigen Angaben von BRENNER konnte man vermuten, daß in einigen Fällen die Exosmose des roten Safts aus den abgestorbenen (d. h. zur Plasmolyse unfähigen) Zellen ausbleiben kann. Das veranlaßte eine Wiederholung der Versuche; dabei wurden dünne durchsichtige, möglichst gleiche Scheiben angewendet; am Ende der Versuche wurden die nicht entfärbten Zellen auf Plasmolyse geprüft und in allen Fällen erwiesen sich beinahe alle diese Zellen als plasmolysierungsfähig. PH in den Lösungen wurde kolorimetrisch nach MICHAELIS bestimmt. Als Beispiele seien hier zwei Versuche angeführt.

HCl-Konzentration (norm.)	PH	Zeitdauer bis zum Beginn der Exosmose		Differenz
		ohne Ca	+ $CaCl_2$ 0,002 norm.	
1.	3,00	50 Min.	> 2 St. 30 Min.	1 St. 40 Min.
2.	2,73	40 Min.	1 St. 20 Min.	40 Min.
3.	2,45	30 Min.	55 Min.	25 Min.

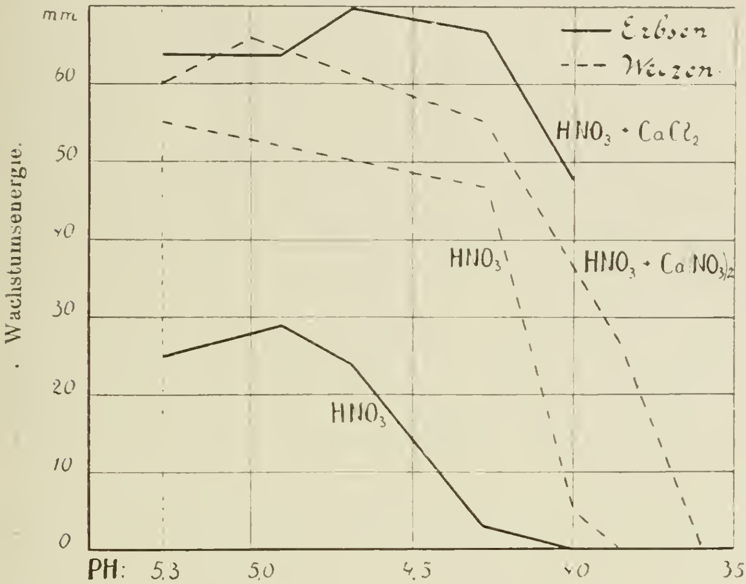
	PH	Zeitdauer bis zum Beginn der Exosmose
1. HCl 0,001 n.	3,00	3 St. 20 Min.
2. HCl 0,001 n. + NaCl 0,001 . . .	3,00	4 St.
3. HCl 0,001 n. + $MgCl_2$ 0,001	3,00	6 St. 10 Min.
4 HCl 0,001 n. + $BaCl_2$ 0,001	3,00	11 St.
5. HCl 0,001 n. + $SrCl_2$ 0,001 .	3,00	18 St.
6. HCl 0,001 n. + $CaCl_2$ 0,001 . .	3,00	> 24 St.

Die Methoden, welche in den Versuchen mit *Elodea* und der roten Rübe angewendet wurden, erlauben gewiß keine genaue quantitative Messung der antitoxischen Wirkung einzelner Salze; es erscheint aber möglich, bei genügend großer Zahl von Versuchen gröbere Unterschiede in der Wirkung verschiedener Salze festzustellen.

Es wurden noch einige Versuche über den Einfluß von steigenden Mengen der Säure (HNO_3) auf das Wachstum mit Weizen- und Erbsen-Keimlingen durchgeführt; dabei wurde der Längenzuwachs der Wurzeln in verschiedenen Lösungen gemessen; die Versuche dauerten 3 Tage. Unter den untersuchten Salzen

von Na, Mg, Sr und Ca wurde eine merkliche Schutzwirkung gegen Säuren nur bei Ca-Salzen beobachtet (und eine schwache Wirkung bei Sr).

Es sei hier nur ein Teil der Ergebnisse von 2 Versuchen mitgeteilt, welche die schützende Wirkung von Sa-Salzen demonstrieren.



⟶ Säuregrade (steigend mit abnehmender PH).
Einfluß von steigenden Mengen der Säure auf das Wachstum der Wurzeln bei Anwesenheit von Ca-Salzen und ohne die letzteren.

Erbsenkeimlinge.

	Wasser	HNO_3 in steigender Konzentration			
PH:	5,3	4,3	4,0	3,85	3,6
Wachstums- energie ohne:	55	47	5	0	0 mm
mit $Ca(NO_3)_2$:	60	66	55	26	0 mm

Weizenkeimlinge.

	Wasser	HNO_3 in steigender Konzentration			
PH:	5,3	4,9	4,7	4,3	4,0
Wachstums- energie ohne:	25	29	24	3	0 mm
mit $CaCl_2$:[1])	64	64	70	67	48 mm

1) Die Konzentration der Kalziumsalze betrug in beiden Fällen 0.0005 norm. Die Säuregrade PH wurden kolorimetrisch gemessen.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind auch graphisch dargestellt (siehe die Abbildung); die Säuregrade PH sind als Abscissen, der mittlere Längenzuwachs der Wurzeln als Ordinaten eingetragen.

Eine Zusammenstellung aller durchgeführten Versuche zeigt, daß sie zu ganz analogen Ergebnissen führen, welche folgendermaßen zusammengefaßt werden können:

1. Verdünnte Lösungen der Salze der bivalenten Metalle — Mg, Mn, Ba, Sr, Ca — in Konzentrationen von 0,0005 bis 0,005 norm. erhöhten merklich die Säureresistenz der Zellen von *Elodea* und von der roten Rübe.
2. Von den angeführten Kationen zeigten in allen Fällen die Ca-Salze die stärkste antitoxische Wirkung.
3. Die Salze monovalenter Kationen — Na, K — hatten bei den angegebenen Verdünnungen (0,0005—0,005 norm.) keine oder eine nur sehr schwache antitoxische Wirkung gegen die $H^{\cdot}$-Ionen.
4. Bei Verwendung schwacher Salzlösungen wurde keine spezifische Wirkung der Anionen auf den Entgiftungseffekt der Salze konstatiert; so z. B. hatten $Ca(NO_3)_2$ und $CaCl_2$ ungefähr dieselbe Wirkung[1]).

---

1) BRENNER (loc. cit.) dagegen beobachtete bei Anwendung hypertonischer Lösungen einen bestimmten Effekt der Anionen.

22. O. Stocker: Klimamessungen auf kleinstem Raum an Wiesen-, Wald- und Heidepflanzen.

(Eingegangen am 25. November 1922. Vorgetragen in der Februarsitzung 1923.)

YAPP[1]) und KRAUS[2]) vor allem haben darauf aufmerksam gemacht, daß die von den meterologischen Stationen gelieferten Klimaangaben bei pflanzenökologischen Studien ergänzt werden müssen durch die Kenntnis des „Klimas auf kleinstem Raum". Die im folgenden mitzuteilenden Klimabeobachtungen innerhalb von Heide-, Wiesen- und Waldformationen des nordwestdeutschen Flachlandes und der deutschen Mittelgebirge bezweckten vor allem einen Einblick in die Transpirationsverhältnisse und beziehen sich deshalb auf die Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Windstärke in nächster Nähe der Pflanze einerseits und zum Vergleich in der freien Atmosphäre in etwa 1,5 m Höhe über dem Erdboden andererseits. Zur Bestimmung der relat. Luftfeuchtigkeit benutzte ich ein LAMPRECHTsches Haarhygrometer in Taschenuhrform. Dieses kleine, aber zuverlässige Instrument läßt sich leicht an jede Stelle der Pflanze hinbringen und gibt nach einiger Zeit, wenn die Störung durch die bei der Aufstellung unvermeidliche Luftbewegung ausgeglichen ist, Höhe und Schwankungen der Luftfeuchtigkeit während einer beliebig langen Beobachtungsdauer an. Die an und für sich genaueren Psychrometer und Taupunktinstrumente sind für die Klimamessung auf kleinstem Raum nicht geeignet, weil sie die natürliche Feuchtigkeit durch den zu ihrem sicheren Arbeiten notwendigen starken Luftzug in unkontrollierbarer Weise ändern. Temperatur und Wind wurden mit einem kleinen Schleuder- bzw. ruhenden Thermometer und einem kleinen LAMPRECHTschen Anemometer gemessen.

A) Wiesen. Wie überraschend groß die Differenzen der Luftfeuchtigkeit innerhalb der wenige Zentimeter hohen Grasdecke sein können, zeigt folgendes Beispiel:

Wiese bei Freiburg i. B., 18. 7. 1920, 11^ha. Sonnig, fast windstill. Lufttemp. 29°.

2 cm	hoch, zw. Gras u. *Lysimachia num.* . . .	96 %	rel. F.
13 cm	„ „ Kleeblättern	78 %	„ „
100 cm	„ freie Atmosphäre	57 %	„ „

1) Annals of bot. 1909, 23. S 275.

2) KRAUS, Boden u. Klima auf kleinstem Raum. Jena 1911.

Berechnet man das die Transpirationsgröße in erster Linie beeinflussende Sättigungsdefizit $Sd = f\left(1 - \frac{R}{100}\right)$, wobei f der Sättigungsdruck und R die relative Feuchtigkeit ist, so vermindert sich dieses an dem genannten sehr heißen und sonnigen Julitage von 12,8 in der freien Atmosphäre auf 6,5 für die transpirierenden Kleeblätter und auf nur 1,2 für *Lysimachia* am Wiesenboden. Weitere Fälle starker Vertikalgliederung der Feuchtigkeit habe ich in den verschiedensten Gegenden, auch im nordwestdeutschen Küstengebiet häufig beobachtet. Als Beispiel:

Wiese bei Durlach (Baden), 21. 7. 1922, 4^{30}p. Sonnig 0,3 m/sek. Wind in 1,8 m Höhe. Relat. Feuchtigk. u. Lufttemp.:

3 cm	hoch,	zw. Klee und Gras	96—99 %	
8 cm	„	„ Kleeblättern	84—92 %	
10 cm	„	oberste Kleeblätter	79—84 %	29,0°
30 cm	„	oberste Teile von *Origanum* und *Galium mollugo*	70—72 %	
100 cm	„	freie Atmosphäre	70 %	28,0°

Daß hier das Hygrometer zwischen den transpirierenden Pflanzenteilen keinen konstanten Wert zeigt, ist durch kurze Windstöße verursacht. In den dazwischenliegenden, oft minutenlangen windstillen Pausen steigt die relative Feuchtigkeit langsam an, bis der nächste Luftstoß den angereicherten Wasserdampf plötzlich wieder wegführt und oft mit einem Schlag den Zeiger des Hygrometers um 5 und mehr Prozent zurückwirft. Diese bei mäßig bewegter Luft oft zu machende Beobachtung weist deutlich darauf hin, daß die Zunahme der rel. Feuchtigkeit nach dem Boden hin stark beeinflußt ist durch die in gleicher Richtung erfolgende Abschwächung des Windes, die man mit dem Anemometer leicht messend verfolgen kann.

Da Unebenheiten des Bodens (KRAUS S. 175 ff.) große Differenzen der Windstärke auf kleinstem Raum verursachen, sind in hügeligem Gelände auch starke horizontale Schwankungen der Luftfeuchtigkeit nachzuweisen, die sich schon im Pflanzenwuchs zeigen. So maß ich bei Jannowitz im Riesengebirge am 15. 7. 1921 4^{h}p bei Sonnenschein folgende rel. F., Lufttemp. und Windstärke an dicht nebeneinanderliegenden Orten:

Sonniger Hügel mit dürftigem Grasbewuchs	10 cm hoch, zw. *Hieracium pil.*	49 %	23°	1,0 m/sek
	100 cm „ freie Atmosphäre	49 %	21,2°	1,5 m/sek. (in 180 cm Höhe)

Schattige Wiese mit üppigem Grasbewuchs	8 cm hoch. zw. Gras u. Klee . .	76—79 %	19,5°	0,0 m/sek.
	100 cm „ freie Atmosphäre .	63 %	20,0°	—

Die bisherigen Beispiele bezogen sich auf Sonnentage. Bei Regenwetter sind die Differenzen mehr oder weniger ausgeglichen, aber immerhin noch oft deutlich nachweisbar. Z. B.

Freiburg i. Br., 31. 7. 1920. Schwüler Regentag, windstill. Blätter naß. 8^{30}a:

3 cm hoch, zw. *Fragaria vesca*	93 %
5 cm „ „ *Ranunculus acer* in dichtem Gras	98 %
50 cm „ neben Blättern von *Urtica*	79 %

B. Wälder. Auch in Wäldern findet man eine verschieden starke Anreicherung des Wasserdampfes in vertikaler und horizontaler Richtung. Einige Beispiele mögen über das Ausmaß dieser Differenzen in verschiedenen Assoziationen orientieren.

Erlenwald bei Jannowitz (Riesengebirge), 8. 7. 1921, 10^ha. Sonnig, windstill. Rel. F., Lufttemp. und Sättigungsdefizit:

Wald	5 cm hoch, Bachrand zw. *Oxalis acet.*	100 %	17,0°	0,0
	30 cm „ zw. *Senecio Fuchsii*, *Equisetum silv.* u. *Impatiens noli tang.*	61 %	19,5°	6,6
Waldlichtung	5 cm „ zwischen *Calluna* .	82—89 %	24,0°	2,4—4,0
	100 cm „ freie Atmosphäre .	54 %	22,0°	9,0

Fichtenhochwald ebenda, 16. 7. 1921, 10^ha. Sonnig. Rel. F., Lufttemp., Sättigungsdefizit und Wind:

Wald	6 cm hoch üb. nacktem Nadelbod.	62 %			
	6 cm „ in klein. *Oxalis*bestand	64 %			
	6 cm „ in ausgedehnt. *Oxalis*bestand in einer feuchten Senke mit üppiger Vegetation	84 %	18,0°	2,5	0,0 m/sek.
	30 cm „ ebenda, zw. *Myosotis*	67 %	—	—	—
	100 cm „ freie Atmosphäre . .	59 %	19,0°	6,7	0,0 m/sek.
Lichtung	5 cm „ zw. dürrem Gras . .	54 %	23,5°	9,9	0,0 m/sek.
	100 cm „ freie Atmosphäre . .	50 %	22,0°	9,9	—
	180 cm „ „ „	—	—	—	1,3 m/sek.

Waldtal bei Freiburg, 18. 7. 1920, 11^{40}a (vgl. die gleichzeitige Messung unter A):

8 cm hoch, Bachrand zwischen *Oxalis*	95 %
50 cm „ zw. *Impatiens noli tang.* .	84 %
100 cm „ freie Atmosphäre . . .	78 %

Heidewald bei Bremerhaven, 31. 7. 1921, 10^ha. Sonnig, schwacher Wind:

5 cm hoch,	zwischen *Oxalis acet.*	92 %	21,5°
100 cm „	freie Atmosphäre . .	85 %	21,5°

C. *Calluna*-Heide. Ganz im Gegensatz zu den bisher besprochenen Wiesen- und Waldformationen habe ich im niedersächsischen Küstengebiet bei Bremerhaven innerhalb von *Calluna*büschen im Heide- und Moorbestand niemals eine nennenswerte Anreicherung von Wasserdampf gefunden; die hygrometrische Differenz gegenüber der freien Außenluft ist nicht höher als 1 bis 2 %. Der Grund dieser Gleichförmigkeit ist die starke Durchlüftung der *Calluna*bestände, verursacht durch die viel höhere durchschnittliche Windgeschwindigkeit im Heidegebiet[1]) und begünstigt durch die Kleinblättrigkeit und den rutenförmigen Wuchs des Heidekrautes.

Calluna-Heide bei Bremerhaven, 12. 10. 1920, 3^{30}p. Sonnig, windig. Lufttemp. 16°:

Rel. Feuchtigk.:	20 cm	hoch,	in *Calluna*busch	74 %
	100 cm	„	freie Atmosphäre	72 %
Windstärke:	2 cm	„	Erdboden an kleiner freier Stelle	0,008 m/sek.
	40 cm	„	Wipfel von *Calluna*	1,7 „
	180 cm	„	freie Atmosphäre	5,1 „

Ebenda, 11. 1. 1921, 11^ha. Sturm:

Rel. Feuchtigk.:	20 cm	hoch,	zw. *Calluna* . . .	96 %
	100 cm	„	freie Atmosphäre .	94 %
Windstärke:	10 cm	„	zw. *Calluna* . . .	1,0 m/sek.
	30 cm	„	Wipfel von *Calluna*	1,4 „
	50 cm	„	„ „ „	3,7 „
	180 cm	„	freie Atmosphäre .	9,3 „
kurz nachher im Heidehochwald:				
	5 cm	hoch	. . . .	1,2 m/sek.
	100 cm	„	. . . .	2,4 „

Ähnlich geringe Feuchtigkeitsdifferenzen in- und außerhalb von *Calluna*beständen traf ich auf den Kämmen des Riesengebirges und Schwarzwaldes an, ebenfalls Punkten mit starker Luftbewegung. *Calluna* bleibt hier von niederem Wuchs und fällt deshalb trotz ihres massenhaften Vorkommens wenig in die Augen. Ich maß z. B.:

---

1) Einige Vergleichsdaten bei Grosse, Beiträge zur Klimabeurteilung Bremens usw. Bremen 1911. Exakte Zahlenangaben lassen sich vorläufig nicht machen, weil die Messungen der einzelnen Stationen nicht auf gleiche Höhe über dem Erdboden korrigiert sind; vgl. Hellmann, Klimaatlas von Deutschland. Berlin 1921.

Große Schneegrube (Riesengebirge), 13. 7. 1921, 2^hp. Sonnig. Rel. F., Lufttemp., Wind:

5 cm hoch, zw. sehr niederer *Calluna*	71—73 %	14,5°	0,04	m/sek
8 cm „ „ *Rumex, Veratrum* usw.	69—74 %	—	—	
100 cm „ freie Atmosphäre . . .	71 %	13,3°	—	
180 cm „ „ „ . . .	—	—	3,4	„

Kamm bei der Schneegrubenbaude, 13. 7. 1921, 4^hp.

5 cm hoch, zw. 10 cm hoher *Calluna*	67—69 %	14,5°	0,005	m/sek.
5 cm „ frei neben *Calluna* . .	—	—	0,7	„
100 cm „ freie Atmosphäre . .	67 %	11,5°	4,6	„

Es scheint aber die Luftbewegung an vielen Gebirgsstandorten von *Calluna* öfters so gering zu werden, daß es zu einer Ansammlung von Wasserdampf um die transpirierenden Pflanzen herum kommen kann. So fand ich bei 0,6 Sekundenmetern Wind (in 180 cm Höhe) am 19. 7. 1921 2^hp an dem obengenannten Standort in der großen Schneegrube in 100 cm Höhe 63 % (17,5°), zwischen *Calluna* 5 cm hoch aber bis zu 71 % (18,5°) rel. Feuchtigkeit (Lufttemp.). Es ließ sich aber beobachten, wie bei jedem Windstoß der angesammelte Wasserdampf aus den *Calluna*rasen herausgetrieben wurde, wobei das Hygrometer bisweilen bis auf 64 % zurückging.

Sehen wir von den eben besprochenen ausgeprägten Kammstandorten ab, so finden sich die *Calluna*bestände in Mittel- und Süddeutschland fast stets im Windschutz von Waldrändern und Waldlichtungen. Hier steigt die Luftfeuchtigkeit in den Beständen oft weit über die der freien Atmosphäre. Die unter B gegebene Messung vom 8. 7. 1921 bei Jannowitz zeigt, wie das Sättigungsdefizit besonnter *Calluna*büsche nicht nur kleiner als das der freien Atmosphäre, sondern sogar kleiner als das beschatteter Waldpflanzen sein kann. Ich gebe aus dem Odenwald bei Heidelberg ein zweites Beispiel von einem kleinen *Calluna*bestand an einer Wegkreuzung in halbwüchsigem Fichtenwald. Am 4. 8. 1922 maß ich hier um 1^{30}p bei umflortem Himmel und leichtem Wind:

10 cm hoch, zw. *Calluna* . . .	92—93 %	18,5°
100 cm „ freie Atmosphäre .	78 %	18,5°

Sind auch die Differenzen, namentlich bei bewölktem Wetter, bisweilen geringer, so habe ich doch bei sonnigem Wetter in besonnten Beständen fast ausnahmslos eine Feuchtigkeitssteigerung um 10—20 % gefunden, die auf die Transpiration nicht ohne Einfluß bleiben kann.

In bezug auf die relative Höhe der „Luftfeuchtigkeit auf kleinstem Raum“ gegenüber derjenigen der Atmosphäre lassen sich

also zwei Gruppen von *Calluna*standorten unterscheiden: Die stark durchlüfteten Bestände der nordwestdeutschen Heide und der Gebirgskämme einerseits und die waldgeschützten Vorkommen Mittel- und Süddeutschlands andererseits, erstere ohne, letztere infolge des Windschutzes des Waldes mit erhöhter Luftfeuchtigkeit auf kleinstem Raum. Allgemein klimatisch sind die Standorte der ersten Gruppe durch starke Winde und hohe Luftfeuchtigkeit, die der zweiten durch schwächere Winde und geringere Luftfeuchtigkeit charakterisiert[1]). Die Annahme liegt nahe, daß *Calluna* in den lufttrockeneren Teilen Mittel- und Süddeutschlands deswegen in den Windschutz des Waldes geht, weil sie hier durch Erhöhung der Luftfeuchtigkeit auf kleinstem Raum die größere allgemeine Trockenheit der Luft ausgleichen kann. *Calluna* wäre demnach eine Pflanze, die zum Gedeihen einer verhältnismäßig hohen Luftfeuchtigkeit bedarf, eine Auffassung, die in neuerer Zeit GRAEBNER auch für die übrigen Heide-Ericaceen ausgesprochen hat, zu der aber die von SCHIMPER stammende, auf die angebliche Xeromorphie des Blattes gegründete Deutung von *Calluna* als Xerophyt schlecht paßt. Es läßt sich nun aber zeigen, daß die SCHIMPERsche Deutung unhaltbar ist und *Calluna* unter die Mesophyten, und zwar nach der Seite der Hygrophyten hin, einzureihen ist. Über die Begründung dieser Auffassung durch Transpirationsversuche und über eine neue Deutung des Blattbaues der Ericaceen werde ich demnächst an anderer Stelle[2]) berichten.

---

1) GRAEBNER, Die Heide Norddeutschlands. Leipzig 1901. WARMING-GRAEBNER, Lehrbuch d. ökolog. Pflanzengeographie. Berlin 1918.

2) Zeitschr. f. Bot., 1923. 15, S. 1.

23. E. Werth: Über die Bestäubung von Viscum und Loranthus und die Frage der Primitivität der Windblütigkeit wie der Pollenblumen bei den Angiospermen. I.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 23. November 1922. Vorgetragen in der Januarsitzung 1923.)

Lange Zeit schien die Art der Bestäubung bei der Mistel, unserer bekanntesten schmarotzenden Blütenpflanze, vollkommen geklärt zu sein und es außer Zweifel zu stehen, daß diese durch Insekten bewerkstelligt wird[1]). In den letzten Jahren hat nun aber E. HEINRICHER, der verdienstvolle Erforscher der Biologie der phanerogamen Schmarotzerpflanzen, wiederholt die Frage von neuem angeschnitten[2]) und sich mehr und mehr für den Modus der Windbestäubung bei *Viscum* entschieden. Da ähnliche Widersprüche in der Beurteilung des Bestäubungsmechanismus bei stark reduzierten Blütenformen gar nicht so selten sind, so möchte ich in folgendem einmal eine Lösung der Frage auf einer breiteren Vergleichsbasis versuchen.

In den verschiedensten Verwandtschaftsgruppen der Angiospermen begegnen wir Blütenformen, welche die Blütenbiologie als die primitivste honigführende Anpassungsstufe unter den Insektenblütigen auffaßt. Als Prototyp für diese, danach gut als Schirmblumentypus zu bezeichnende Form kann die Umbelliferenblüte gelten. Es handelt sich also um kleine, zu größeren Ständen vereinigte Blüten mit offenem, häufig von einem diskusartigen Gewebspolster ausgeschiedenen Honig (Fig. 1—5 und 13).

1) E. LOEW: Notiz über die Bestäubungseinrichtungen von *Viscum album*. Bot. Centralbl. 1890, S. 129—132. — LINDMANN: Einige Notizen über *Viscum album*. Bot. Centralbl. 1890, S. 241 — O. KIRCHNER: Über einige irrtümlich für windblütig gehaltene Pflanzen. Jahrb. d. Ver. f. Vaterl. Naturk. Württemberg 1893, S. 96—110. — v. TUBEUF: Überblick über die Arten der Gattung *Arceuthobium* mit besonderer Berücksichtigung ihrer Biologie und praktischen Bedeutung. Naturw. Ztschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 17, 1919.

2) E. HEINRICHER: Ist die Mistel (*Viscum album* L.) wirklich nur Insektenblütler? Flora, Neue Folge, Bd. 13, 1919. — Derselbe: Ein Versuch, Samen, allenfalls Pflanzen aus der Kreuzung einer Laubholzmistel mit der Tannenmistel zu gewinnen. Ber. d. D. Bot. Ges. 37, 1919. — Derselbe: Über die Blüten und die Bestäubung bei *Viscum cruciatum* Sieb. Ber. d. D. Bot. Ges. 40, 1922.

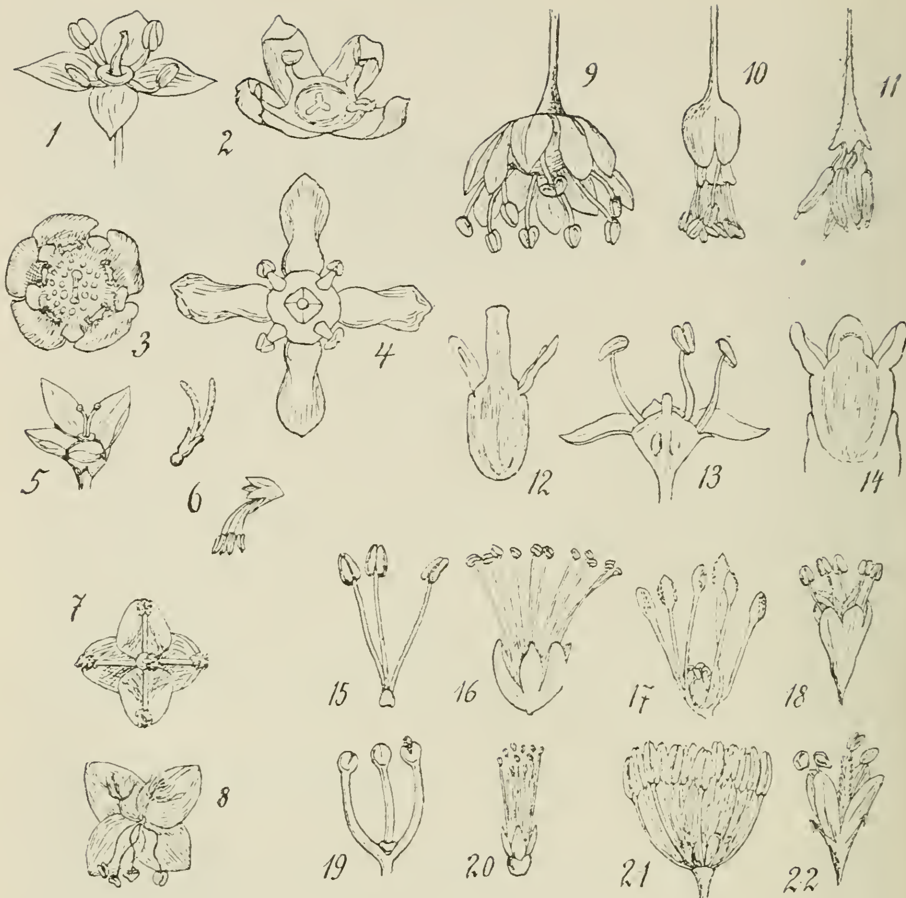


Abb. 1.

1.—5 Formen des Schirmblumentypus: 1. *Cornus mas* (6/1); 2. *Beta vulgaris* (6/1); 3. *Ribes rubrum* (3/1); 4. *Evonymus europaea* (3/1); 5. *Galium antarcticum* (5/1); alle mit ring- oder polsterförmigem, völlig offen liegendem Nektarium, dieses bei 3. Honigtröpfchen zeigend. — 6. *Coprosma hirtella* Labill., eine windblütige Rubiacee (ca. 1/1); 7. *Sanguisorba tenuifolia* mit funktionierendem Ringnektarium um die Basis des (etwas nach rechts gebogenen) Griffels (4/1); 8. *Poterium Sanguisorba*, windblütig, mit dem Rudiment eines Ringnektariums (4/1). — 9.—11. Reduktionsreihe in der Gattung *Acer*: 9. *Ac. platanoides*, scheinzwittrig, mit polsterförmigem Nektarium (2/1); 11. *Ac. Negundo*, eingeschlechtlich und windblütig (4/1); 10. *Ac. orientalis* = Zwischenform (2/1).— 12—14. Vergl. der Blütenlängsschnitte von *Loranthus europaeus* ♀ (12.) (ca. 6/1) und *Viscum album* ♀ (14.) (ca. 6/1) mit denjenigen einer typischen Schirmblume: *Hedera Helix* (13.) (3/1). — 15.—22. Vergleich von Julifloren-blüten (15.—18.) mit solchen anderer Verwandtschaftsgruppen (19.—22.): 15. *Salix amygdalina*; 19. *Myzodendron oblongifolium* D. C. — 16. *Castanea vesca* (ca. 5/1); 20. *Dichrostachys nutans* Benth. (4/1). — 17. *Saururus cernuus* (ca. 3/1); 21. *Thalictrum flavum* (ca. 3/1). — 18. *Ulmus campestris* (ca. 2/1); 22 *Acaena adscendens* (3/1).

Da, wo dieser Blütentypus nicht, wie z. B. bei den Umbellifloren, geschlossene Gruppen bildet, sondern mehr oder weniger vereinzelt innerhalb einer größeren Verwandtschaftsgruppe auftritt, kennzeichnet er sich deutlich als Reduktionstypus. So z. B. bei den Rosaceen, wo die Gattungen *Alchemilla* und *Sanguisorba* (Fig. 7) sich durch Reduktionen in der Blütenhülle, in der Gliederzahl des Andröceums wie des Gynöceums von den anderen Mitgliedern der Familie abheben. Dazu kommt als Spezialisationsmerkmal die deutliche Ausbildung des Blütennektariums zu einem Diskus. Auch die Farbe der Blüten hat eine Reduktion erfahren. Weitere Reduktionen führen zum Verlust des Nektariums; und hiermit zusammen machen sich bei der mit *Sanguisorba* nahverwandten gynodiöcischen *Acaena* (Fig. 22) die ersten Anfänge der Unterdrückung des einen Geschlechtes in den Blüten bemerkbar. Ein noch weiterer Schritt in der Rückbildung führt bei *Poterium* (= *Sanguisorba minor* Scop. [Fig. 8]) zur Trennung der Geschlechter, verbunden mit Anpassung an Windbestäubung.

Ähnliche Reduktionsreihen können wir in verschiedenen Verwandtschaftsgruppen aufstellen (Fig. 5 und 6; 9—11). In allen Fällen läßt ein Vergleich mit dem Typus der betreffenden Familie oder Verwandtschaftsgruppe höherer Ordnung keinen Zweifel daran, daß in unseren Formreihen wirkliche Rückbildungen vorliegen. Diese führen von einer ersten noch entomophilen Phase (Schirmblumentypus) über eine neutrale Übergangsform (ohne klare „Anpassungs"-Merkmale nach der einen oder anderen Richtung) zur Windblütigkeit.

Beispiele. Ranunculaceen: *Cimicifuga* — *Actaea*, *Thalictrum flavum* (Fig. 21), *Th. aquilegifolium* u. a. — *Thalictrum minus* u. a. = windblütig.

Saxifragineae: *Chrysosplenium*, *Ribes rubrum* (Fig. 3), *R. alpinum* u. a. — ? — *Myrothamnus* = windblütig.

Euphorbiaceen: *Aleurites*, *Croton*, *Phyllanthus* — *Dalechampia* — *Ricinus*, *Mercurialis*, *Colliguaya* = windblütig.

Chenopodiaceen: *Beta* (Fig. 2), *Chenopodium* (*Vulvaria* u. a.) — *Atriplex* — *Spinacia* = windblütig.

Rubiaceen: *Rubia*, *Galium* (Fig. 5) — ? — *Phyllis*, *Coprosma*, *Nertera* = windblütig.

Caprifoliaceen: *Viburnum*, *Ebulum* — *Sambucus* (*nigra*, *racemosa*) — ?.

Hier interessiert uns zunächst noch die erste Phase unserer Reduktionsreihen. Die dahin gehörigen Formen sind charakteri-

siert als Reduktionsformen durch Verkümmerung des Kelches, z. B. bei Umbelliferen, Cornaceen, Araliaceen, *Buxus*, *Vitis*, *Ampelopsis*, *Ceratonia*, *Galium*, *Rubia*, *Ebulum*, *Viburnum*; durch Verkümmerung der Krone, z. B. bei *Alchemilla*, *Sanguisorba*, *Ceratonia*, *Chrysosplenium*, *Ribes*, *Rhamnus*; durch Verringerung der Gliederzahl des Andröceums, z. B. bei *Alchemilla*, *Ribes*, *Evonymus*, *Ilex*. *Buxus*, *Rhamnus*, *Vitis*; durch gänzliches oder gelegentliches Schwinden des einen oder anderen Geschlechts, z. B. bei *Ceratonia*. *Ribes alpinum*, *Buxus*, Anacardiaceen, *Ilex*, *Evonymus*, *Acer*, *Rhamnus*. *Vitis*, Umbelliferen, *Galium*.

Eine Reduktion hat in den meisten Fällen auch die Blütenfarbe erfahren, d. h. die Blüten sind weiß oder grünlich geworden. Beispiele: *Acer* (grünlich), *Evonymus* (weißlichgrün), *Ilex* (weiß). *Rhamnus Frangula* (grünlichweiß), *Vitis vinifera* (grünlich), *Ampelopsis* (ebenso), *Buxus* (ebenso), *Chrysosplenium* (ebenso), *Ribes rubrum* und *alpinum* (ebenso), Umbelliferen (in weit überwiegender Zahl weiß), *Alchemilla* (grünlich), *Beta* (grün), *Laurus* (grünlichweiß), *Galium* (überwiegend weiß oder grünlich), *Viburnum* (weiß), *Adoxa* (grün), *Ebulum* (weiß), *Ceratonia* (perianthlos).

Als Spezialisationsmerkmal ist bei den hierher gehörigen Blüten ein verwachsenes Nektarium: ein Ringnektarium in Form eines Diskus oder eines das unterständige Ovarium krönenden Polsters fast allgemein verbreitet. So bei: *Alchemilla*, *Sanguisorba*, *Ceratonia*, *Ribes*, *Beta*, Araliaceen, Umbelliferen, Cornaceen, Anacardiaceen, Celastraceen, Aceraceen, Rubiaceen u. a.

Was nach dem Vorstehenden für die erste Reduktionsphase gilt, hat in erhöhtem Maße für die zwei folgenden Stadien Geltung. Das Schwinden des Nektariums, in der Regel verbunden mit weiteren Reduktionen im Bereiche des Andröceums und Gynöceums, die fast stets schließlich zur Getrenntgeschlechtigkeit führen, lassen in der zweiten Phase eine Blütenform erscheinen, die in der Regel auf blumenbesuchende Insekten keine nennenswerte Anziehung mehr ausübt und sich augenscheinlich oft nur durch die Möglichkeit der Autogamie am Leben erhält. In diesem Stadium häufig schon angedeutete bestimmte morphologische Kombinationen können bei weiterer Reduktion (dritte Phase) zu anemopraepoden Konstruktionen führen, die ihren Trägern einen Ausweg eröffnen aus der Sackgasse, in welche die stammesgeschichtliche Entwicklung mit ihren Reduktionen und Spezialisationen unbedingt führen muß.

Fragen wir uns nunmehr, an welche Stelle unserer Formenreihen *Loranthus europaeus* und *Viscum* zu setzen sind (vgl. Fig. 12—14).

so kann zunächst für den ersteren[1]) eine Antwort nicht schwer sein. Die Reduktion des Kelches, die grünliche Färbung der Blütenhülle, ein Staubblattkreis, ein den Griffel umgebendes ringförmiges Nektarium, dessen Honig in der kleinen offenen Blüte auch den Insekten mit kürzestem Rüssel zugänglich ist, das alles ist so typisch für das erste Glied unserer Reduktionsreihen, daß ein Zweifel über die Zugehörigkeit hier gar nicht aufkommen kann.

Und *Viscum?* Hier finden wir dieselben Merkmale wieder, wenn auch die Reduktion im ganzen noch weiter getrieben ist. An einer Ausscheidung von Honig kann nach den bestimmten Angaben der verschiedenen Autoren (KOELREUTER, LOEW, KIRCHNER, V. TUBEUF) bei *Viscum album* nicht gezweifelt werden, wenn auch andererseits ohne Zweifel das Blütennektarium bereits stark in Reduktion begriffen ist[2]). Ebenso ist nach den Literaturangaben wie eigenen Beobachtungen der den (*Loranthus* gegenüber etwas augenfälligeren) Blüten zuteil werdende Insektenbesuch ganz augenscheinlich ein genügender, um den reichlichen Fruchtansatz zu erklären[3]).

Die erheblicheren Reduktionen aber, welche im übrigen die Blüte von *Viscum* vor derjenigen von *Loranthus europaeus* auszeichnen — die geringere Gliederzahl der Blütenkreise, die gänzlich filamentlose Verwachsung der Staubblätter mit den Blütenhüllblättern, die Verkürzung des Griffels —, sind allem entgegengesetzt gerichtet, was man als anemopraepode Konstruktionen deuten könnte.

Die fast beispiellose Reduktion von Griffel und Narbe, die gänzlich unbeweglichen Antheren, die ungestielten oder ganz kurz (*V. cruciatum*) gestielten Blüten und Blütenstände stehen im schroffsten Gegensatz zu dem, was wir bei angiospermen Windblütlern sonst beobachten: Lange, wurm- oder federbuschartige Narben, an langen, schwankenden Fäden befestigte oder aus der

---

1) Vgl. CAMMERLOHER: Blütenbiologische Beobachtungen an *Loranthus europaeus* Jacq. Ber. d. D. Bot. Ges. 1921, S. 64.

2) Auch auf Grund anatomischer Untersuchungen der Blüten durch VON TUBEUF (1919) und HEINRICHER (1920) hatte sich in betreff dieses Punktes keine einheitliche Auffassung gewinnen lassen.

3) Als Bestäuber kommen zweifellos vorwiegend Fliegen in Betracht, in welcher Hinsicht ich KIRCHNERs Beobachtungen (a. a. O.) bestätigen kann, ebenso betreffs der Honigbiene. Daß diese — zu den langrüsseligen Blumeninsekten gehörig — nur als Pollensammlerin die *Viscum*blüten besucht, ist zu natürlich und kann nicht als Beweis für eine fehlende Honigausscheidung herangezogen werden.

Blüte heraushängende Antheren, dünne, herabhängende und pendelnde Blütenstiele und Blütenstandaxen.

Wenn wir uns in der nächsten Verwandtschaft von *Viscum*, d. h. in der Unterfamilie der Viscoideen, umsehen, so erkennen wir, daß hier die Reduktionen von Blüten und Blütenstand zumeist wie bei *Viscum* einen Grad erreicht haben, welcher wegen der damit verbundenen Unbeweglichkeit der Glieder für anemopräpode Konstruktionen unerträglich ist. Den Höhepunkt in dieser Beziehung bilden wohl die Gattungen *Phoradendron* und *Dendrophthora*. Ihre wohl zweifellos honiglosen Blüten stellen das Reduktionsextrem dar unter den Loranthaceen, dem auf der anderen Seite ein Spezialisationsextrem in den ornithophilen Blüten von *Loranthus*, *Phrygilanthus*, *Gaiadendron*, *Aetanthus* gegenübersteht[1]).

Auch die das Andröceum betreffenden Eigentümlichkeiten, in welchen *Viscum* gegenüber *Loranthus* eigene Wege gegangen ist, sind derart, daß sie nur für stärkere Ausprägung des entomophilen Charakters (nicht umgekehrt) sprechen. Es sind das die Öffnungsweise der Antheren, welche weniger noch als bei *Loranthus* ein zeitweiliges Festhalten des freien Pollens — wie es für Windblütler (die den Pollen nicht auszuschütten pflegen) charakteristisch ist — gestatten, und die Skulptur der Oberfläche der Pollenkörner, die ebenfalls durchaus von dem abweicht, was wir sonst bei Windblütlern kennen.

Das Gesagte trifft auch für *Viscum cruciatum* Sieb. zu. Die noch erheblichere Unansehnlichkeit der Blüten kann nach obigem nicht für Windblütigkeit ins Feld geführt werden; die kleinsten und stärkst reduzierten Blüten treffen wir gerade bei insektenblütigen Angiospermen an (vgl. Araceen, *Euphorbia*). Das Gestieltsein der Blüten bzw. Blütengruppen hätte nur dann Bedeutung im Sinne einer anemopräpoden Konstruktion, wenn der Stiel lang und pendelnd wäre; und auch dann nur käme die „Abwärtsorientierung" der Blüten, die wir bei unzähligen Zoophilen kennen, im gleichen Sinne zu statten. Ein leichtes „Stäuben" des Pollens auf Erschütterung (bei den im geschlossenen Raum befindlichen Pflanzen) läßt sich auch bei unangezweifelten insektenblütigen Konstruktionen beobachten und kann an sich in keiner Weise ausschlaggebend sein für die Beurteilung des Bestäubungs-

1) Vgl. G. Volkens: Über die Bestäubung einiger Loranthaceen und Proteaceen. Festschrift für Schwendener, Berlin 1899. — E. Werth: Blütenbiologische Fragmente aus Ostafrika. Abhandlungen des Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg 42 (1900), S. 222 ff. (S. 244—249) u. a.

mechanismus. Sehr zu begrüßen ist es, daß HEINRICHER auch die Frage einer eventuellen Parthenogenese bei *Viscum* auf experimentellem und zytologischem Wege zu baldiger Entscheidung bringen will[1]).

24. E. Werth: Über die Bestäubung von Viscum und Loranthus und die Frage der Primitivität der Windblütigkeit wie der Pollenblumen bei den Angiospermen. II.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 29. Dezember 1922. Vorgetragen in der Februarsitzung 1923.)

Kommen wir nunmehr auf unsere Formreihen zurück und betrachten zum Schluß auch diejenigen großen Gruppen der Angiospermen, in welchen wir einer Überzahl von windblütigen Formen begegnen, so können wir auch inbezug auf diese keinen anderen Standpunkt einnehmen, als wir ihn oben entwickelt haben. So können wir in den sogenannten Kätzchenblütlern (Julifloren), welche nicht zum wenigsten der großen Zahl von windblütigen Gattungen wegen, welche sie enthalten, in den neueren Systemen an den Beginn, an die Wurzel der Angiospermen gestellt werden, ebenfalls nichts anderes mehr erblicken, als abgeleitete Typen, als Reduktionsformen im phylogenetischen Sinne. Es ist bei unserer Betrachtungsweise auch gleichgültig, ob die als Julifloren zusammengefaßten Familien insgesamt eine natürliche Verwandtschaftsgruppe darstellen oder nicht. Da ihre einzelnen Untergruppen eines Anschlusses an Verwandte, minder reduzierte lebende Formen entbehren, so wird sich diese Frage auch wohl nicht so leicht lösen lassen. Die Unmöglichkeit oder Schwierigkeit des näheren Anschlusses an einen Formenkreis nicht reduzierter Typen scheint nun eigentlich auch das einzige zu sein, was wir als Unterschied gegenüber den meisten der bisher behandelten Reduktionsgruppen feststellen können. Es ist aber wohl selbstverständlich, daß eine Aszendentengruppe ausgestorben sein kann, ohne daß sich von ihr den ursprünglichen

1) Diese Frage ist inzwischen durch die Arbeiten von P. N. SCHÜRHOFF und von A. PISEK (diese Berichte 1922, S. 314 und S. 406) im Sinne einer normalen Befruchtung und Embryobildung gelöst worden.

Formen relativ ähnlich gebliebene Typen (Primitivtypen) bis heute erhalten haben.

Und so kann man denn z. B. m. E. die *Salix*-Arten nicht anders bewerten wie etwa die Ranunculaceengattung *Cimicifuga* oder wie die den Loranthaceen und Santalaceen sich eng anschließende Gattung *Myzodendron*[1]) (Fig. 15 und 19 auf S. 152). Wie bei *Salix* ist auch bei letzterer Gattung die Reduktion mit Geschlechtertrennung in den Blüten verbunden. Die Ableitung der hängenden windblütigen Kätzchen von *Populus* von den honigführenden Kätzchen weidenartiger Vorläufer wird Niemandem Schwierigkeiten machen.

In der Ordnung der Urticinae stellt *Ulmus* im Blütenbau durchaus eine Parallele zu *Acaena* (Rosaceae) dar (Fig. 18 u. 22); beide noch ohne deutliche anemophile Merkmale, während z. B. *Parietaria* an das windblütige *Mercurialis* (Euphorbiaceen) erinnert. Sind *Acaena* und *Mercurialis* Reduktionsformen im phylogenetischen Sinne, so müssen es die beiden anderen auch sein.

Sind weiter diverse honiglose Mimosaceen, ferner *Actaea spicata* L. oder *Thalictrum aquilegifolium* L. u. a. von weniger reduzierten Formen abzuleiten, so sind es ebenso: *Saururus cernuus* (Saururaceen) und *Castanea vesca* Gärtn. (Cupuliferae) (Fig. 16, 17, 20 u. 21). Wie jene sind auch die letzteren neutrale, zwischen Insekten- und Windblütlern stehende Typen, an welche sich dann z. T. ausgesprochen windblütige Formen anschließen: an *Thalictrum aquilegifolium*: *Th. minus* L. mit hängenden Blüten, an *Castania vesca*: *Quercus* u. a. mit hängenden „Kätzchen".

Das Gleiche, was so für die „Julifloren" unter den Dicotyledonen sich ergibt, hat natürlich auch für die Spadicifloren und Glumifloren unter den Monocotyledonen Geltung, von welchen die ersteren bekanntlich noch in großer Fülle zwar honiglose aber zweifellos entomophile Blütenkonstruktionen aufweisen. Diese monocotylen Gruppen können ebensowenig primitive Formen im phylogenetischen Sinne darstellen, wie die Julifloren; sie erweisen sich ebenso als Reduktionsformen und damit als abgeleitete Typen.

So ergibt sich auch aus der blütenbiologischen Analyse, daß wir die Grundform der Angiospermenblüte nicht in einem unscheinbaren anemopräpoden Typus, sondern in einem zwar einfachen aber ansehnlichen, zweigeschlechtigen, honigproduzierenden Bestäubungsapparat mit farbiger Hülle zu sehen haben. Ein solcher

---

1) Vgl. auch Skottsberg: Feuerländische Blüten. Schwedische Südpolar-Expedition 1901–1903. Bd. IV, Liefg. 2, S. 25.

mag im übrigen durch spiralige Anordnung der Einzelglieder des Blütensprosses an einer mehr oder weniger verlängerten Blütenachse den zapfenförmigen Blüten vieler Gymnospermen morphologisch nahestehen, windblütig wie letztere war er jedenfalls nicht. Die angiosperme Windblütigkeit ist eine sekundär auf dem Wege der Blütenreduktion erworbene und morphologisch wie funktionell nicht unwesentlich und deutlich verschieden von der der Gymnospermen.

Blüten ähnlich wie sie eben für die Grundform der Angiospermen rekonstruiert wurde, sehen wir in primitiven Formen der Polycarpicae (Ranales) und nahestehender Gruppen wieder. Wenn wir bei diesen auch noch vielfach Uebergängen zwischen den verschiedenartigen, mit verschiedenen Funktionen bedachten Formen der Blütensproßglieder begegnen, so kann das den Eindruck der Primitivität nur erhöhen. Wenn wir ferner sehen, daß innerhalb der Polycarpicae die größte Mannigfaltigkeit in der Lokalisation der Blütennektarien herrscht und daß bei ihnen fast alle bei den Dicotyledonen wie Monocotyledonen vorkommenden Nektarienformen durch primitive Typen vertreten sind, so deutet auch das wieder darauf hin, daß die Polycarpicae morphologisch wie ökologisch den Urformen der Angiospermen noch recht nahe stehen. Schließlich sind es bekanntlich auch die Polycarpicae oder Ranales, welche so nahe Beziehungen zu der Monocotyledonengruppe der Helobiae — bei welchen wir auf eine ähnliche Mannigfaltigkeit der Blütennektarien stoßen — zeigen, daß durch sie allein die gesamten Angiospermen auf eine gemeinsame Wurzel zurückgeführt werden können.

Es bleibt nun noch übrig, auch für die Mannigfaltigkeit der angiospermen „Pollenblumen“ die Natur als abgeleitete (nicht phylogenetische ursprüngliche) Formen näher zu begründen.

Es lassen sich unter den Angiospermen leicht vier Typen von Pollenblumen unterscheiden. Es sind 1. eine Grundform, von der sich einerseits Spezialisationsformen und zwar 2. Röhrenblumenformen, 3. zygomorphe Fahnenblumenformen, andererseits 4. Reduktionsformen ableiten lassen. Die Reduktionsformen wurden (S. 157) bereits als meist getrenntgeschlechtige Zwischenformen zwischen honigführenden „Schirmblumen“ und Windblütlern dargetan. Augenscheinlich hat aber nicht immer die Blütenreduktion in der Stammesgeschichte zur Windblütigkeit geführt. Wie das Beispiel von *Viscum* schon zeigte, kann die Reduktion so weit gehen, daß der zur Windblütigkeit noch erforderliche Grad von Freibeweglichkeit der Blüten oder Blütenglieder (nach der negativen Seite hin) überschritten wird. In

solchem Falle konnte in der Stammesgeschichte ein toter Punkt überwunden werden, wenn die stark reduzierten Einzelblüten zu dichtem Stande vereinigt insgesamt den Blütenbestäubern gegenüber die Wirkung einer größeren Blüte mit reichlicher Pollenmenge ausübte. So sehen wir einen Typus der Pollenblumen vor uns, welcher als Kolbenblume zu bezeichnen ist, und welcher u. a. bei den Familien der Balanophoraceen, Moraceen, Pandanaceen, Palmen vorkommt und dort zum Teil der herrschende ist, und welcher bei den Araceen die höchste „Anpassungs"form erreicht, mit Wiedererstehung eines kräftigen Schauapparates und anderer eigenartiger Spezialisationen. In allen Fällen der Kolbenblumen beweisen die erheblichen Reduktionserscheinungen der Blüten, verbunden zumeist mit Geschlechtertrennung (d. i. jeweilige völlige Reduktion des einen Geschlechts) nach dem, was oben über Reduktionen ausgeführt worden ist, die abgeleitete Natur dieses Pollenblumentypus.

Was in dieser Beziehung aber für die Reduktionsformen gilt, liegt noch viel klarer für die Spezialisationstypen. Niemand wird daran denken können, die (honiglosen) ausgeprägt röhrenförmigen Blüten von Erythraea unter den Gentianaceen als primitiveren Typus aufzufassen, als die mehr glockenförmigen von *Gentiana* oder die offenen Blüten von *Sweertia* u. a. Ebenso wird man in dem (zwar honiglosen aber) ausgebildeten Sporn unserer *Orchis*-Arten eine stärker abgeleitete Form erblicken müssen, als in dem offen-napfförmigen Honigbehälter des Labellums von *Neottia* oder *Goodyera* oder gar in der honigführenden Labellumrinne oder -Leiste von *Listera* oder *Chamaeorchis*. Die röhrenförmigen Pollenblumen sind Formen, wie wir sie sonst bei tiefer Honigbergung zu sehen gewohnt sind und können nur verstanden werden unter der Annahme eines nachträglichen Verlustes der Fähigkeit der Nektarausscheidung.

Für die zweite Gruppe der Spezialisationstypen, die „Fahnenblumen" (nach dem Vorbild der Papilionaceenblüte so genannt), liegt die Sache ebenso klar. Die hierher gehörigen Formen sind schon durch die ihnen eigene Zygomorphie der Möglichkeit, als Primitivtypen aufgefaßt zu werden, enthoben. Aber auch innerhalb ihrer näheren Verwandtschaft heben sich die zugehörigen Typen häufig noch als stärker spezialisierte Gruppen deutlich heraus. Neben den Convolvulaceen sind die Solanaceen diejenige Familie der Tubifloren, in welcher verschiedene Gattungen noch ganz oder fast radiäre Blüten haben (*Nicandra, Physalis, Datura, Nicotiana* u. a.). Die Zygomorphie erreicht in der Familie den Höhepunkt in der

pollenblütigen Gattung *Solanum* mit *S. rostratum* Dun. Bei den Pirolaceen tritt uns eine Formenreihe entgegen, welche von den actinomorphen Arten mit Nektarium (*Pirola (Ramischia) secunda* L. und *P. (Chimaphila) umbellata* L.) über actinomorphe honiglose Formen (*P. media* L. und *P. minor* L.) zu zygomorphen Pollenblumen (*P. chlorantha* Swartz, *P. rotundifolia* L., *P. intermedia* Schleich, *P. aphylla* Sm.) führt[1]), in welcher also in gleicher Richtung mit dem Schwinden des Nektariums (Reduktionsmerkmal) ein Spezialisationsmerkmal (Zygomorphie) sich ausbildet.

Die ausschließlich dem sternotriben Typus (d. h. die mehr oder weniger im unteren Teil der Blüte vorragenden und so zum Aufsitzen der Blüteninsekten geeigneten Geschlechtsorgane berühren die letzteren an der Bauchseite) angehörenden zygomorphen Pollenblumen stellen aber des weiteren noch einen besonderen, hochspezialisierten „Anpassungs"-Typus insofern dar, als bekanntlich in mehr oder weniger hohem Grade fast allen Heterantherie zukommt: Es hat eine „Arbeitsteilung" innerhalb der Glieder des Androeceums mit Sonderung in „Befruchtungs"- und „Beköstigungs"-Anthe. stattgefunden (*Solanum rostratum*, viele Melastomataceen, Cassia-Arten, pollenblütige Capparidaceen, Commelinaceae-Commelineae, in geringerem Grade auch *Verbascum*, *Pirola* u. a.; Fig. 1 u. 2 S. 162).

So bleiben schließlich noch diejenigen Formen von Pollenblumen übrig, welche häufig allein als die eigentlichen Pollenblumen im Sinne einer primitiven, ursprünglichen Klasse von insektenblütigen Anpassungen betrachtet werden, obwohl sie nur einen Bruchteil der Gesamtheit der Pollenblumen ausmachen. Es sind: oft große, offene (napfförmige) Blüten von regelmäßigem Bau („Napfblumen") und ohne auffallende Reduktionserscheinungen, von denen der Volksmund viele als Rosen bezeichnet hat (Heckenrose, Klatschrose, Wasserrose, Pfingstrose, Sonnenröschen).

Viele dieser regelmäßigen großen Pollenblumen zeichnen sich durch eine Vielheit der Glieder des Androeceums aus; sie werden daher gern von Pollen ausbeutenden Insekten besucht. Andere haben stärkere Reduktionen in der Zahl der Staubblätter erlitten und stellen damit weniger vollkommene Anpassungen an jene Insekten dar. Vielfach läßt sich auch bei diesen offenen, regelmäßigen Pollenblumen, obwohl sie im ganzen eine relativ primitive Blüten-

1) Betreffs *P. uniflora* L. finden sich in der Literatur sehr widersprechende Angaben sowohl in bezug auf die Honigsausscheidung wie die Blütenform.

form repräsentieren, ein Abgeleitetsein gegenüber der nächsten Verwandtschaft feststellen. So zeigt das für Pollenblumen besonders wichtige Androeceum unter den Primulaceen allein in den pollenblütigen Gattungen *Dodecatheon*, *Anagallis* und *Lysimachia* ein zweifelloses Spezialisationsmerkmal in der mehr oder weniger weitgehenden

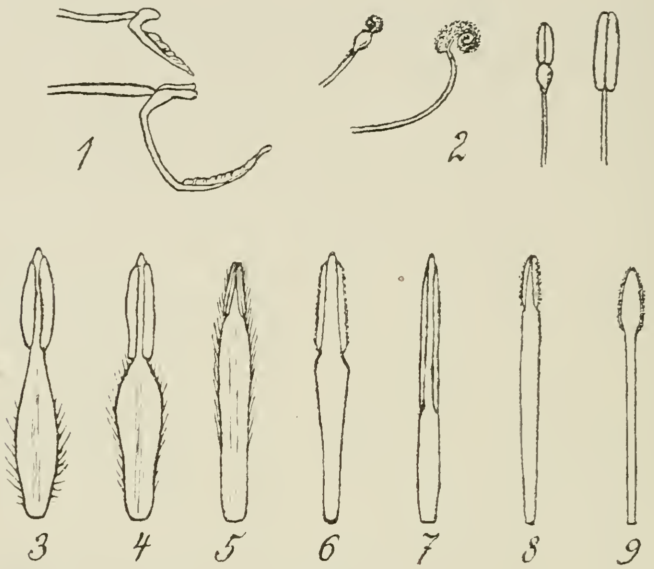


Abb. 1.

Fig. 1. *Dissotis rotundifolia* (Sm.) Tr. Beköstigungs-Anthere (oben), Staubbeutel gelb, Befruchtungs-Anthere (unten), nur unterster, dem Filament aufsitzender Teil des Staubbeutels gelb (Schein-Anthere). $1\frac{1}{2}$ nat. Gr. Fig. 2. *Cleome (Polanisia) spec.* 3:1 nat. Gr. Beköstigungs-Anthere — mit gelber Schwellung (Schein-Anthere) unterhalb des kleinen Staubbeutels — und Befruchtungs-Anthere; beide links: von der Seite, im geöffneten Zustande, rechts: von innen gesehen. Fig. 3—9. Staubgefäße von: *Clematis glauca*, honigführend (3 u. 4), $3\frac{3}{4}$ nat. Gr., *Cl. integrifolia*, honigführend (5), $2\frac{1}{4}$ nat. Gr., *Cl. spec.*, honiglos (6), $4\frac{1}{2}$ nat. Gr., *Cl. heracleifolia*, honigführend (7), 3:1 nat. Gr., *Cl. vitalba*, honiglos (8), $4\frac{1}{2}$ nat. Gr., *Cl. recta*, honiglos (9), $4\frac{1}{2}$ nat. Gr.

Verwachsung der Staubfäden. Ebenso zeichnen sich die meist pollenblütigen Begoniaceen von den nächstverwandten Familien durch Verwachsungen im Androeceum und außerdem durch durchgehende Getrenntgeschlechtigkeit fortschrittlich aus. Unter den pollenblütigen Mimosaceen gibt es Formen, wie *Dichrostachys nutans*, bei welchen im Blütenstande, ähnlich vielen Kompositen, eine Gliederung in unfruchtbare Strahl- und fruchtbare (anders gefärbte)

Zentralblüten statthat. Unter den ursprünglicheren (weniger reduzierten) Formen der Helobiae mit oberständigem Fruchtknoten zeichnet sich die pollenblütige Gattung *Sagittaria* durch Geschlechtertrennung aus, die dann bei den abgeleiteten Formen mit unterständigem Fruchtknoten die Regel ist.

Bei vielen anderen hierher gehörigen Pollenblumen ergibt sich die Nichtursprünglichkeit ihrer Form zwar nicht der näheren Verwandtschaft gegenüber, aber doch innerhalb der gesamten Angiospermen durch Spezialisationsmerkmale. So finden wir ein syncarpes Gynoeceum z. B. bei: *Cistus*, *Helianthemum*, *Hypericum*, *Hibbertia* (Dilleniaceae), *Papaver*, *Argemone*, *Nymphaea*, *Adansonia* (Bombacaceae), *Opuntia* und vielen anderen, die alle bei reichlicher Pollenproduktion als ausgezeichnete (pollenblütige) Anpassungstypen gelten können, oder gar Unterständigkeit des Fruchtknotens wie bei *Opuntia* oder Verwachsung der Staubblätter wie bei *Adansonia* unter den genannten.

Aber auch unter den polycarpen Formen mit offenen, großen, napfförmigen Blüten, also bei den nach Obigem der Grundform der Angiospermenblüte sehr nahe kommenden Typen, lassen sich unter Umständen die Pollenblumen noch deutlichst als abgeleitete Formen erweisen: und so zeigen diese relativ primitiven Blütenformen im Rahmen der gesamten Pollenblumen zunächst nur, daß die verschiedensten insektenblütigen Anpassungsstufen durch Reduktion der Honigausscheidung verlustig gehen können. Bei den Gattungen *Rosa* und *Agrimonia* z. B. ist noch deutlich ein ringförmiges Nektarium vom Typus der Rosaceen, und nicht einmal in der primitivsten in der Familie vorkommenden Form, vorhanden: es scheidet aber keinen Honig mehr aus („Pseudonektarium").

Unter den Anemonen im weiteren Sinne haben die Gattungen *Hepatica* und *Anemone* Pollenblumen, während *Pulsatilla* honigführend ist. Da die außerordentlich zahlreichen Staubgefäße der letzteren die verschiedensten Größen zeigen und von ihnen die kleinsten (äußersten), staminodial ausgebildeten, den Honig ausscheiden, so ist die Annahme gewiß nicht unnatürlich, daß die Honiglosigkeit der eine weniger große Zahl von Staubblättern zeigenden Blüten von *Anemone* und *Hepatica* durch weitergeführte Reduktion im Androeceum entstanden ist. Innerhalb der Gattung *Clematis* können wir in bezug auf die Staubgefäße eine Formenreihe (Fig. 3—9) unterscheiden, welche von der Blattform genäherten, also zweifellos ursprünglicheren Typen (Staubblatt, links) zu schlanken fädigen Formen (Staubfaden, rechts) führt. In dieser Reihe stehen die Honigblumen am Anfang (links), während die Pollenblumen gegen

das Ende hin gedrängt erscheinen, wo zugleich auch die Blütenfarbe reduziert (weiß) ist.

Auch eine kritische übersichtliche Betrachtung der mannigfachen Formen der angiospermen Pollenblumen führt also zu dem gleichen Ergebnis, welches die Untersuchung der angiospermen Windblütigkeit (S. 158) gezeitigt hatte: Die bisher von der Blütenbiologie allgemein als eine „niedrigere Stufe der Bestäubungseinrichtungen" angesehenen Pollenblumen stellen ebensowenig wie die Windblütler bei den Angiospermen primitive Formen im phylogenetischen Sinne dar, sondern beide sind als sekundär durch Reduktionen im Laufe der Stammesgeschichte entstandenen Typen zu bewerten. Auch die Honigausscheidung ist als eine ursprüngliche Eigentümlichkeit der Angiospermenblüte aufzufassen.

25. F. Schanz †: Erscheinungen der optischen Sensibilisation bei den Pflanzen.

(Eingegangen am 12. Dezember 1922. Vorgetragen in der Sektion Dresden am 6. November 1922 und in der Februarsitzung 1923.)

Bei Belichtung von Eiweißlösungen bilden sich auf Kosten der leichtlöslichen Eiweißkörper schwererlösliche. Diese Veränderungen werden erzeugt durch die besonders kurzwelligen Lichtstrahlen, die an jenen Fluorescenz erzeugen. Da das Plasma der lebenden Zelle im wesentlichen auch aus Eiweiß besteht, so ist anzunehmen, daß die besonders kurzwelligen Lichtstrahlen auch auf die lebende Substanz in gleicher Weise wirken. In der Natur sehen wir freilich, daß auch langwelliges Licht biologisch wirksam wird. Die Wirksamkeit dieses Lichtes ist aber geknüpft an die Gegenwart von Sensibilisatoren. Es sind dies Farbstoffe, die mit den Eiweißkörpern innige Verbindungen bilden. Durch die Sensibilisatoren werden diejenigen Lichtstrahlen auf die Eiweißkörper wirksam, die zu ihrer Farbe komplementär sind. Wie lassen sich diese Vorgänge physikalisch erklären? Es ist bekannt, daß die besonders kurzwelligen Lichtstrahlen aus den Stoffen, von denen sie absorbiert werden, Elektronen herausschleudern, die man auffangen und messen kann. Man nennt diesen Vorgang lichtelektrische Zerstreuung oder nach seinem Entdecker HALLWACHS-Effekt. Ich habe Eiweißlösungen und Sensibilisatorlösungen auf ihre lichtelektrische Zerstreuung geprüft[1]). Es hat sich dabei gezeigt, daß beide in hohem Grad diese Erscheinung zeigen. Um festzustellen, wie sich die lichtelektrische Zerstreuung der Eiweißkörper und der Sensibilisatoren gegenseitig beeinflussen, habe ich zuerst die lichtelektrische Zerstreuung an einer Sensibilisatorlösung festgestellt, dann habe ich diese in gleicher Weise verdünnt mit destilliertem Wasser und mit dialysierter Eiweißlösung und wieder die lichtelektrische Zerstreuung der verdünnten Lösungen geprüft. Es zeigte sich, daß durch den Zusatz der Eiweißlösung die lichtelektrische Zerstreuung der Sensibilisatorlösung viel mehr vermindert wurde als durch den Zusatz von Wasser. Zur Erklärung dieser

1) Die physikalischen Vorgänge bei der optischen Sensibilisation. PFLÜGERs Archiv für Physiologie. Bd. 190.

Erscheinung muß angenommen werden, daß die aus dem Sensibilisator herausgeschleuderten Elektronen von den Eiweißmolekülen aufgefangen werden und an ihnen die Veränderungen erzeugen, wie ich sie an den Eiweißlösungen im Reagenzglas zuerst festgestellt habe.

Wie haben wir uns die Veränderungen der Eiweißmoleküle durch Licht vorzustellen? Nach den neuesten Anschauungen in der Physik sind die elementarsten Bestandteile der Moleküle nicht mehr die Atome. Jetzt nimmt man an, daß jedes Atom aufgebaut ist aus einem Kern, um den in größerer oder geringerer Zahl und in verschiedenen Abständen Elektronen in ganz bestimmt gearteten Bahnen kreisen. Beim Aufbau der Moleküle vermitteln dann noch besonders geartete Elektronen die Verbindung der Atome zum Molekül. Man bezeichnet diese Art der Elektronen als Valenzelektronen. Ihre Gruppierung bedingt die Wertigkeit der Moleküle. Wenn kurzwelliges Licht aus den Molekülen eines Stoffes Elektronen herausschleudert, so sind dies mit Wahrscheinlichkeit zunächst Valenzelektronen, weil diese am lockersten an den Atomkern gebunden sind. Von den aus dem Molekül eines Stoffes herausgeschleuderten Elektronen fällt ein Teil wieder auf dasselbe zurück, dadurch, daß sich diese Elektronen an einer anderen Stelle wieder anlegen, entstehen Umlagerungen im Molekül. Ein anderer Teil trifft auf Moleküle der Nachbarschaft, er lagert sich an diese an und veranlaßt auch da Veränderungen. Die Elektronen sind von außerordentlich kleiner Masse, und so kommt es, daß sich bei vielen Stoffen die durch das Licht bedingten Veränderungen noch der Beobachtung entziehen. In der Natur sind mit diesen Wirkungen des Lichts Oxydationsvorgänge innig verknüpft und diese sind es vor allen, welche die direkten Wirkungen des Lichtes verdecken. Daß das Licht an allen organischen Stoffen Veränderungen erzeugt, lehren meine Untersuchungen über die „Biochemischen Wirkungen des Lichts" (PFLÜGERs Arch. f. Physiologie, Bd. 170). Man muß zu solchen Versuchen nur ein Licht wählen, das wie das Licht der Quarzlampe reichlich die besonders kurzwelligen Lichtstrahlen enthält. Während das besonders kurzwellige Licht an dem Eiweiß direkt diese Veränderungen erzeugt, vermag das längerwellige Licht vermittels der Sensibilisatoren wirksam zu werden.

Wir wissen jetzt, wie die Sonne als Motor eingreift in das Triebwerk allen irdischen Lebens. Wir kennen den Gang dieses Triebwerkes. Wir können ihn durch Sensibilisatoren beeinflussen. Mir als Augenarzt lag natürlich

daran, zu prüfen, ob auch dem Sehakt dieser Vorgang zugrunde liegt. In einem Vortrag, den ich in einer gemeinsamen Sitzung der Wiener und der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft 1921 gehalten habe, konnte ich zeigen, wie auch der Sehakt sich aus diesem Vorgang erklären läßt. In mehreren Arbeiten habe ich diese Theorie eingehender begründet. Eine zusammenfassende Darstellung ist in der Zeitschrift für Sinnesphysiologie Bd. 54 erschienen.

Um weiteren Einblick in diesen elementarsten Vorgang in der Natur zu erhalten, galt es nach Erscheinungen der Sensibilisation zu suchen, die unter möglichst einfachen Bedingungen dem Experiment zugängig sind. Über solche Versuche möchte ich berichten. Die Sensibilisation im Tier- und Pflanzenreich ist schon häufig Gegenstand der Untersuchung gewesen. In einer Arbeit „Optische Sensibilisation" (Fortschritte der Medizin, 35. Jahrg., 1918, Nr. 28) habe ich diese Erscheinungen ausführlich besprochen und Versuche mitgeteilt, die ich vor allem mit Eosin an Tieren ausgeführt habe. Solche Versuche an Tieren sind heute für mich unmöglich, da ich die Kosten derselben nicht mehr bestreiten kann. Ich mußte mich nach billigeren Versuchsobjekten umsehen. Ich habe für solche Versuche Pflanzen gewählt. Infolge ihres einfacheren Aufbaues müssen sie uns leichteren Einblick in diese Vorgänge gewähren. Zu den Versuchen hatte mir Herr Prof. NEGER im Botanischen Garten zu Dresden Gelegenheit gegeben.

Im vorigen Jahr hatte ich Pflanzen regelmäßig mit Eosinwasser begossen. Mein Sohn hatte Pflanzen in Nährlösungen gezogen, denen er Eosin zugesetzt. In beiden Fällen waren eigentümliche Veränderungen an den Pflanzen aufgetreten, die mich bestimmten, in diesem Jahr solche Versuche systematisch durchzuführen. Ich habe jetzt von Buschbohnen Wasserkulturen hergestellt. Zum ersten Versuch wurden vier gleich gut entwickelte Pflanzen verwandt. Bei der ersten erhielt die Nährlösung keinen Zusatz, bei der zweiten wurde der Nährlösung Eosin, bei der dritten äquivalente Mengen Bromnatrium, bei der vierten äquivalente Mengen Fluoresceinnatrium zugesetzt. Eosin ist Tetrabromfluorescein-Natrium. Alle vier Kulturen wurden an einem Julitag in einem Gewächshause der Einwirkung des Tageslichtes ausgesetzt. Es ergab sich folgendes Resultat: Die Pflanze, bei der der Nährlösung Eosin zugesetzt war, war getötet (Lichtschlag), die drei anderen Pflanzen waren vollständig frisch und haben sich auch in der Folge gleichmäßig weiter entwickelt. Die Nährlösungen für die 3. und 4. Pflanze enthielten äquivalente Mengen der Stoffe,

die als Eosin im 2. Gefäß vorhanden waren. Ich bin der Ansicht, daß diese Wirkung durch die Lichtstrahlen veranlaßt wurde, die das Eosin absorbiert. Fluorescein ist auch ein Sensibilisator. Daß es bei diesem Versuch keine Wirkung zeigte, dürfte daran liegen, daß die Strahlen, die es absorbiert, gegenüber den Strahlen, die das Eosin absorbiert, bei diesen Vorgängen keine Rolle spielen.

Bei einem zweiten Versuch wurde statt Eosin Erythrosin von gleicher Konzentration verwandt. Erythrosin ist Tetrajodfluorescein-Natrium. In die Nährlösung für die zweite Pflanze kam dieselbe Menge Erythrosin, wie beim ersten Versuch Eosin. In die Nährlösung für die dritte Pflanze kam dementsprechend eine äquivalente Menge Jodnatrium. Der Versuch wurde in gleicher Weise dem Tageslicht ausgesetzt. Nach 24 Stunden war die Erythrosinpflanze abgestorben, wie im 1. Versuch die Eosinpflanze. Die Jodnatriumpflanze fing an zu welken und ging in den nächsten Tagen ein, während sich die Bromnatriumpflanze im Eosinversuch ungestört weiter entwickelt hatte.

Diese Versuche zeigen, daß sich bei den Pflanzen ebenso, wie ich dies in meinen früheren Versuchen an Tieren gezeigt, durch Sensibilisation Lichtschlag erzeugen läßt. Das bestimmte mich, diesem Studium weiter nachzugehen. Es wurden Vergleichsserien hergestellt; die eine wurde ins Licht gebracht, die andere dunkel gehalten. Im Dunkeln mußten die Pflanzen etioliert weiter wachsen, wenn der Zusatz zur Nährlösung nicht schon an sich giftig auf dieselben einwirkt. Die Pflanzen der einen Reihe wurden, nachdem die Nährlösungen die entsprechenden Zusätze erhalten, ins Dunkle gestellt. Die Pflanzen der anderen Reihe, die ebensogut entwickelt waren, und deren Nährlösungen genau dieselben Zusätze erhalten hatten, wurden im Gewächshaus dem Tageslicht ausgesetzt. Von der im Dunkeln gehaltenen Serie haben sich bis auf die Jodnatriumpflanze alle gleichmäßig etioliert weiter entwickelt, die Jodnatriumpflanze war nach 24 Stunden matt und ging ein. Bei der im Licht gehaltenen Serie hatte sich die 1. Pflanze, deren Nährlösung ohne Zusatz geblieben, ungestört weiter entwickelt. Die 2. Pflanze, deren Nährlösung Eosin zugesetzt war, war nach 24 Stunden abgestorben. Die 3. Pflanze, bei der eine äquivalente Menge Bromnatrium zugesetzt war, hatte sich ungestört weiter entwickelt. Die 4. Pflanze, bei der Erythrosin zugesetzt war, war ebenso rasch abgestorben wie die Eosinpflanze. Die 5. Pflanze, deren Nährlösung äquivalente Mengen von Jodnatrium enthielt, war welk. Die 6. Pflanze, deren Nährlösung Fluoresceinnatrium zugesetzt war, und die 7. Pflanze, deren Nährlösung Methylenblau

enthielt, zeigten keinen Einfluß der Zusatzmittel. Dieser Versuch zeigt, daß Eosin und Erythrosin an sich für die Pflanzen nicht giftig sind, daß sie dieselben aber im höchsten Grade schädigen können, wenn gleichzeitig Licht auf dieselben einwirkt.

Außer diesen Versuchen im Gewächshaus mit Wasserkulturen, habe ich auch Sensibilisationsversuche in freier Natur und im Erdreich ausgeführt. Bei einem solchen Versuch wurden 24 kleine, gleichgroße Begonienpflanzen in Töpfe gepflanzt und in drei Serien im Freien aufgestellt. Die eine Serie wurde mit Eosinwasser, die zweite mit reinem Wasser, die dritte mit Methylenblauwasser begossen. Die Pflanzen, die mit Eosinwasser begossen wurden, blieben kleiner, sie ließen bald ihre Blätter fallen. An der Stelle, wo die Blätter abfielen, bildete sich, wie die mikroskopische Untersuchung lehrte, genau wie beim herbstlichen Laubfall eine Trennungsschicht. Es machte den Eindruck, als ob bei den Eosinpflanzen der Ablauf der Vegetationsperiode beschleunigt würde. Die Pflanzen, die mit Methylenblauwasser begossen wurden, zeigten keinen Einfluß dieses Farbstoffes.

In einem anderen Versuch wurde das Erdreich mit Eosin und Methylenblau gefärbt und dann Buschbohnen in solche und in ungefärbte Erde gesät. Jeden Abend wurde die gefärbte Erde mit einem Löffel gefärbten Wassers begossen, damit die Veränderungen des Farbstoffes durch Licht an der Oberfläche wieder ausgeglichen wurden. Die Pflanzen im ungefärbten Erdreich erhielten dieselbe Menge reinen Wassers. In dem mit Eosin gefärbten Erdreich war das Aufgehen der Pflanzen stark verzögert. Bei einem Teil der Pflanzen trat, sobald die Keimblätter aus dem Erdreich hervorgebrochen waren, Lichtschlag ein. Bei einem Teil kam es aber zur vollständigen Entwicklung der Pflanze. Diese Pflanzen blieben aber viel kleiner als die Pflanzen, die mit reinem Wasser und diejenigen, die mit Methylenblauwasser begossen waren. Die Oberfläche ihrer Blätter war viel runzliger und ihre Farbe viel dunkler als bei jenen. Wenn man diese Versuche betrachtet, so wird man an die Versuche[1]) erinnert, die ich früher ausgeführt, als ich dieselben Pflanzen gleichzeitig und unter sonst möglichst gleichen Bedingungen im Gebirge und im Tiefland gezogen. Im Gebirge waren die Pflanzen kleiner, ihre Blätter derber, ihre Ober-

---

1) Einfluß des Lichtes auf die Gestaltung der Vegetation. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 1918, Bd. 36 u. 1919, Bd. 37, und: Versuche über die Wirkung der ultravioletten Strahlen des Tageslichtes auf die Vegetation. PFLÜGERs Arch. für Physiologie. Bd. 181.

fläche runzliger, ihre Farbe dunkler als bei den im Tiefland gezogenen Pflanzen. Ich habe damals gezeigt, daß diese Unterschiede vor allem dadurch erzeugt werden, daß man durch das Versetzen in das Tiefland solchen Pflanzen das besonders kurzwellige Licht entzieht. Nach dem Ausfall der obigen Versuche würden die Eosinpflanzen den im Gebirge gezogenen Pflanzen entsprechen, und es wäre daran zu denken, daß durch das Eosin die Wirkung des kurzwelligen Lichtes auf die Pflanzen erhöht wird. Für diese Möglichkeit spricht, daß das Erythrosin in gleicher Weise wirkt, während das Methylenblau eine solche Wirkung vermissen läßt.

Nachschrift: Der Verfasser hatte die Absicht, seine Ausführungen durch einige Tafeln zu ergänzen. Da die Herstellung dieser Bilder außerordentlich kostspielig gewesen wäre, so hat der Unterzeichnete (auf Bitte der Familie des Verstorbenen) den Text etwas umgearbeitet, so daß die Arbeit auch ohne Bildwerk erscheinen kann. NEGER.

Zur Beachtung!

Innerhalb Deutschlands erhalten die Mitglieder die Berichte durch den Postzeitungsvertrieb. Für pünktliche und regelmäßige Zustellung der Berichte ist **die Post verantwortlich.** Beschwerden über Ausbleiben des Heftes (am Ende jeden Monats mit Ausnahme von August und September) sind innerhalb 4 Wochen an die zuständige Poststelle zu richten, welche **zur kostenlosen Nachlieferung** fehlender Hefte **unbedingt verpflichtet** ist. **Bei Wohnungswechsel** ist die Umleitung der Zeitschrift bei dem zuständigen Postamt unter Beifügung einer Umschreibegebühr von 60 M. **unter allen Umständen** zu beantragen, da sonst leicht Hefte verloren gehen können. Zugleich ist der Wohnungswechsel der Mitglieder auch Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15, bekanntzugeben.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1923 mit genauer Angabe der Adresse des Absenders und vollständig druckreif an Herrn Prof. Dr. H. Miehe, Berlin-Lichterfelde-West, Stubenrauchstr. 10, zu senden. Den Mitgliedern können kostenlos nur 2 Arbeiten von je 6 Druckseiten in normalem Druck und der Raum einer Seite für Textfiguren in Strichätzung jährlich zugestanden werden. Alle Mehrkosten, die durch Ueberschreiten der im Vorstehenden festgesetzten Bedingungen entstehen, insbesondere auch die Kosten für Petitdruck im Text und Druck von Tabellen, sind vom Autor zu tragen. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke und Korrekturen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen sind zu senden an Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1923.

Für die Generalversammlung: R. v. Wettstein, Präsident; E. v. Tschermak, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: H. Miehe, Vorsitzender; A. Zimmermann, 1. Stellvertreter; H. Harms, 2. Stellvertreter; B. Leisering, 1. Schriftführer; R. Pilger, 2. Schriftführer; K. Snell, 3. Schriftführer; Schatzmeister: E. Tiegs.

Redaktionskommission: H. Miehe, B. Leisering, R. Pilger, K. Snell, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): A. Weiße, L. Diels, F. Herrig, R. Kolkwitz, F. Duysen.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Werden mehr als 50 Abzüge gewünscht, so muß die Bestellung der Ueberzahl vor der letzten Korrektur erfolgen; die Kosten für die Mehrabzüge werden besonders berechnet und sind vom Verfasser zu tragen.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68

BAND XLI. JAHRGANG 1923. HEFT 5.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

AUSGEGEBEN AM 28. JUNI 1923.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a.
1923. Made in Germany

Inhaltsangabe zu Heft 5

Nächste Sitzung der Gesellschaft **Freitag, den 29. Juni 1923,** abends **7 Uhr,** im **Hörsaal des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität, Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Straße 1.

Übersicht über die Mitgliederbeiträge

		Jahresbeitrag einschl. Berichte	Preis der Berichte im Buchhandel am 1. IV. 23	Vorzugspreis für das Botan. Zentralbl.[1]) 2. Halbbd.	Preis des Botan. Zentralblattes im Buchhandel am 4. 6. 23
Deutschland . . .	Mk.	**15000,—**	75000,—	25200,—	33600,—
Amerika	$	5,—	7,50	1,20	1,60
Belgien/Luxemburg	Frcs.	25,—	112,50	18,—	24,—
Dänemark. . . .	Kr.	18,—	33,75	5,40	7,20
England	Sh.	20,—	30,—	4,10	6,5
Frankreich . . .	Frcs.	25,—	93,75	15,—	20,—
Holland	Gld.	12,5	18,75	3,—	4,—
Italien	Lire	25,—	112,50	18,—	24,—
Japan	$	5,—	7,50	Sh. 4,10	Sh. 6,5
Norwegen. . . .	Kr.	18,—	37,50	6,—	8,—
Schweden. . . .	Kr.	18,—	26,25	4,20	5,60
Schweiz	Frcs.	25,—	37,50	6,—	8,—
Spanien	Pes.	25,—	37,50	6,—	8,—
Tschechoslowakei .	Kr.	25,—	168,75	27,—	36,—

An die Mitglieder, die ihren Wohnsitz in einem Lande haben, in denen die deutsche Markwährung höher ist als am 1. Juli 1914 (z. B. Rußland), erfolgt Lieferung der Berichte zu dem für Deutschland geltenden Preise, außerdem sind noch die Versandkosten zu ersetzen.

Alle Geldsendungen werden franko erbeten entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“ oder an den Schatzmeister, Dr. E. TIEGS, Berlin-Steglitz, Bismarckstr. 66, an den man auch alle auf die Bezahlung der Beiträge bezüglichen Schriftstücke gelangen lassen wolle. Zahlungen aus dem Auslande, die nach § 12 der Satzungen laut obiger Aufstellung in der bei den einzelnen Ländern angegebenen, also nicht in deutscher Währung zu erfolgen haben, erbitten wir nur durch Bankscheck oder in Noten.

Es wird gebeten, bei Anfragen Rückporto beilegen zu wollen.

---

1) Erscheint bei GUSTAV FISCHER, Jena, Postscheckkonto: Erfurt Nr. 986. Es wird gebeten, das Botan. Zentralblatt direkt beim Verleger zu bestellen.
Zu den oben angegebenen Vorzugspreisen kommen noch die Portospesen für die direkte Zusendung, die sich für Deutschland für den laufenden 2. Halbband des zweiten Bandes auf M. 760,— stellen. Die Berechnung des Portos für das Ausland erfolgt auf der Basis eines halben Schweizer Franken.

HEFT ZU EHREN
VON
MELCHIOR TREUB
GESTIFTET VON
FREUNDEN UND SCHÜLERN.

Sitzung vom 25. Mai 1923.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem Ableben folgender Mitglieder: Herr

Emanuel Senft,

mag. pharm., Dozent, Oberinspektor und Abteilungsleiter an der Landw.-chem. Versuchsstation in **Wien,** starb im Juli 1922; Herr Dr.

Martin Heinrich,

Privatdozent für Pflanzenproduktionslehre und Vorsteher der Abteilung für Pflanzenbau und Saatprüfung an der Landwirtsch. Versuchsstation in **Rostock i. M.**, starb im August 1922; Herr Dr.

F. W. Neger,

Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des Botanischen Gartens in **Dresden,** starb am 6. Mai 1923.

Die Anwesenden ehren das Andenken an die Verstorbenen durch Erheben von ihren Sitzen.

Der Vorsitzende teilt mit, daß von unserem Ehrenmitgliede, Herrn Prof. Dr. S. NAWASCHIN, ein Dankschreiben für die Glückwünsche der Gesellschaft zu seinem 70. Geburtstage eingegangen ist.

Als neues Mitglied wird vorgeschlagen:

Lebedincev, Frl. **Elisabeth** in **Petersburg,** Botanischer Garten (durch D. N. A. MAXIMOW und H. MIEHE).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

Beger, Dr. **Herbert** in **Dresden**,
Bonrath, Dr. **Wilhelm** in **Leverkusen**,
Budde, Dr. **Hermann**, Lehrer in **Breckerfeld**,
Christiansen, **Werner**, cand. phil. et med. in **Kiel-Gaarden**,
Fischer, Dr. **Gustav** in **Jena**,
Gropengießer, **Kurt**, Prokurist in **Opladen**,
Handel-Mazzetti, Dr. **Heinrich** in **Wien III 3**,
Heckmanns, **Franz**, Diplom-Landwirt in **Leverkusen**,
Hohenegger, **Heinrich**, stud. phil. in **Ragnitz**,
Iwanoff, Dr. **N. N.** in **Petersburg**,
Niehus, **Johannes**, Oberinspektor in **Würzburg**,
Novák, Dr. **Frant. A.**, Dozent in **Prag II**,
Oertel, **Adolf**, Garteninspektor in **Halle**,
Paulmann, Dr. **Richard** in **Leverkusen**,
Rao, **Wuppala Lakshmorna** aus **Borhampur** (Indien),
Schimitzek, **Hans**, stud. forest. in **Wien II**,
Viniklář, Dr. **Ladislav** in **Prag II**,
Wahl, Dr. **Gustav**, Professor in **Hamburg 37**,
Warth, **Gustav**, cand. rer. nat. in **Tübingen**,
Wassermann, Dr. **Josef** in **München**,
Zahn, **Emil**, Inspektor in **Erlangen**,
Zander, Dr. **Robert** in **Halle**.

Für die Anfang August in Dresden tagende Generalversammlung sind folgende Veranstaltungen in Aussicht genommen:

Sonntag, 5. August, 7 Uhr abends: Begrüßung, Dresden, Elbuferlokal am Theaterplatz.

Montag, 6. August, 9½ Uhr vorm.: Generalversammlung der D. B. G. in der Technischen Hochschule (Aula?). — Im Anschluß dort Allgemeine Sitzung bis 12¼ Uhr. Besichtigung des Botan. Instituts (Bibliothek, Herbarsaal etc.). Marsch zu der 10 Min. entfernten Neuen Anlage zum gemeinsamen Mittagessen in der Mensa academica (1—3 Uhr). 3 Uhr: Lichtbildervorträge (gemeinsam) in ein oder zwei großen neuen Hörsälen. Abendkneipe.

Dienstag, 7. August, vorm.: Tharandt. Geschäftssitzungen (Freie Vereinigung, Angew. Bot., in getrennten Hörsälen) und anschließend Vorträge. Gemeinsames Mittagessen. Nachm.: Fortsetzung und Besuch des Forstgartens (Direktor Prof. Dr. MÜNCH; Ass. Privatdoz. Dr. LÖFFLER). Gemeinsame Abendkneipe.

Mittwoch, 8. August, vorm.: Dresden, Botanischer Garten. Evtl. Spezialsitzungen je nach Wahl. ½12 Uhr: Marsch vom Botanischen Garten zur Straßenbahn nach Pillnitz. Mittagessen dort 1^{30}—3 Uhr. Nachm.: Gemeinsame Vorträge im neuen botan. Saal der höheren staatlichen Gärtnerlehranstalt und Besichtigung des Pillnitzer Gartens und der gärtner. Versuchs-Station. Abends: Gemeinsame Schlußkneipe (Dampfschiffrestaurant). Rückfahrt mit Schiff nach Dresden, evtl. Tharandt.

Donnerstag, 9. August: Exkursion in das „Sächsische Felsengebirge" (Stat. Rathen), Führer Dr. SCHADE: Felsdecken der Moose etc.

Freitag, 10. August: Exkursion in das östliche Erzgebirge, Führer Prof. Dr. NAUMANN.

Der Vorstand hat beschlossen, den Beitrag für die Mitglieder, die ihren Wohnsitz in Deutschland haben, vom 15. Juni ab auf 15000 M. zu erhöhen.

Mitteilungen.

26. G. Haberlandt: Zur Embryologie von Allium odorum L.

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 28. Januar 1923. Vorgetragen in der Februarsitzung 1923.)

Im Jahre 1895 hat TRETJAKOW gefunden, daß außer der „aller Wahrscheinlichkeit nach befruchteten Eizelle" auch eine Antipode sich zu einem Embryo entwickeln kann. Zuweilen entstanden sogar aus allen drei Antipoden Embryonen, und zwar ohne Befruchtung, da in der Chalazagegend niemals Pollenschläuche beobachtet wurden. Auch eine der beiden Synergiden scheint sich bisweilen zu einem Embryo zu entwickeln. HEGELMAIER hat 1897 diese Angaben bestätigt und noch eine dritte Kategorie von Adventivembryonen nachgewiesen, die aus dem inneren Integument hervorgehen.

In meiner Arbeit über „die Vorstufen und Ursachen der Adventivembryonie" habe ich mich auch mit den embryologischen Verhältnissen von *Allium odorum* eingehend beschäftigt. Ich konnte die Angaben und Mutmaßungen TRETJAKOWs und HEGELMAIERs betreffs der Antipoden- und Synergidenembryonen vollkommen bestätigen und in verschiedener Hinsicht ergänzen. Dagegen ist SCHÜRHOFF in seiner vor kurzem in diesen Berichten erschienenen Mitteilung „Zur Polyembryonie von *Allium odorum*" betreffs der Antipodenembryonen zu einer abweichenden Auffassung gelangt. Er hält sie für Adventivembryonen, die aus den am Antipodenende des Embryosacks liegenden Geweberesten des Nuzellus hervorgegangen sind. Die Annahme TRETJAKOWs und HEGELMAIERs, daß auch Synergidenembryonen vorkommen, hält SCHÜRHOFF für unbewiesen und spricht sie „bis auf weiteres" gleichfalls als vegetative Sprossungen, resp. Integumentembryonen an.

Da der Veröffentlichungsort meiner obengenannten Arbeit nicht überall zugänglich ist, so möchte ich hier in Kürze das Ergebnis meiner Untersuchungen mitteilen. Hinsichtlich verschiedener Einzelheiten verweise ich auf die Originalabhandlung.

Auch ich war eine Zeitlang im Zweifel, ob es sich bei *A. odorum* wirklich um Antipodenembryonen und nicht vielmehr um Nuzellarembryonen handelt, die dem chalazalen Nuzellusrest entstammen. Allein das genaue Studium der Insertion dieser Embryonen ergab, daß keinerlei entwicklungsgeschicht-

liche Beziehungen zu den Nuzelluszellen bestehen, denen sie aufsitzen (Fig. 1). Wenn, was nicht selten vorkommt, der Suspensor

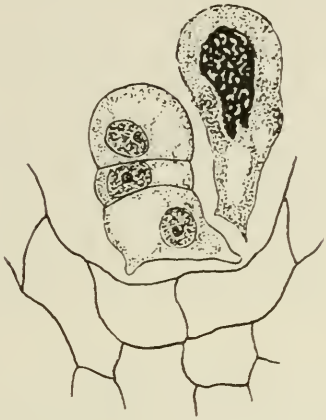


Abb. 1. Dreizelliger Antipodenembryo, daneben eine abgestorbene Antipode; die dritte, schon stark desorganisierte Antipode befindet sich im nächsten Schnitt.

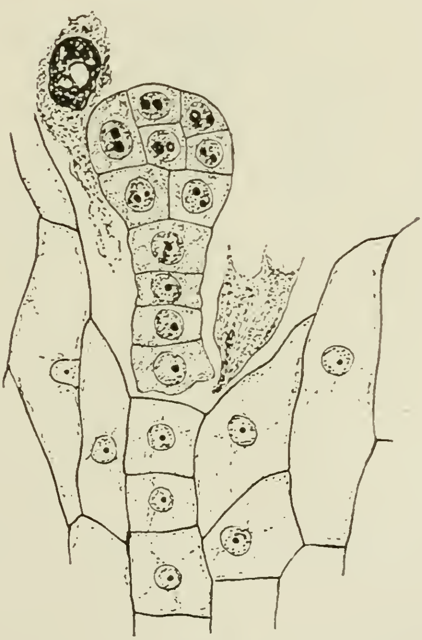


Abb. 2. Antipodenembryo von *Allium odorum*; rechts und links davon die Reste der beiden anderen Antipoden.

in der unmittelbaren Fortsetzung der nuzellaren Zellreihe liegt, so ist er doch von dieser meist vollständig losgelöst, die Endzelle oft

schön abgerundet. Nuzellar- und Integumentembryonen stehen dagegen immer mit dem sie erzeugenden Gewebe in festem Zusammenhang, solange dieses überhaupt erhalten bleibt. Fig. 2 zeigt einen solchen Antipodenembryo, neben dem die degenerierten Reste der beiden anderen Antipoden zu sehen sind. Wenn SCHÜRHOFF in einem Falle (S. 379) neben einem am Antipodialende gelegenen Keim drei degenerierende Antipoden vorfand, so beweist dies nicht, daß auch in anderen Fällen keine Antipodenembryonen gebildet werden. Die Möglichkeit, daß neben diesen auch Nuzellarembryonen entstehen können, ist aber nicht zu bestreiten. Übrigens hat schon TRETJAKOW gefunden, daß ausnahmsweise sich alle drei Antipoden zu Embryonen entwickeln, eine Angabe, die ich bestätigen kann.

Es war nun wichtig, die Chromosomenzahl dieser Embryonen zu ermitteln. Von mir und SCHÜRHOFF wurde übereinstimmend die haploide Chromosomenzahl von *Allium odorum* auf 8 festgestellt. Ferner hat SCHÜRHOFF durch die direkte Beobachtung bestätigt, was von mir schon auf indirektem Wege erschlossen wurde, daß nämlich in der Embryosackmutterzelle die Reduktionsteilung normal verläuft. Die Kerne des Gametophyten sind also haploid. Zu meiner Überraschung zählte ich aber in drei Kernplatten der Antipodenembryonen 15, 16 und 18 Chromosomen; SCHÜRHOFF zählte 14—16, was ihn wesentlich in der Annahme bestärkt hat, daß die „angeblichen Antipodenembryonen" in Wirklichkeit Nuzellarembryonen seien. Da dies nun aber nicht der Fall ist, so liegt in den diploiden Antipodenembryonen generative Apogamie (im Sinne WINKLERs) mit Regeneration der diploiden Chromosomenzahl vor. Diese letztere dürfte auf Kernverschmelzung zurückzuführen sein, die ja in Antipoden bekanntlich nicht selten stattfindet.

Die unsicheren Angaben TRETJAKOWs und HEGELMAIERs betreffs des Vorkommens von Synergidenembryonen hat SCHÜRHOFF mit Recht beanstandet. Die bloße Nachbarschaft des Eiembryos ist kein genügender Beweis, denn es könnte ja auch eine der Mikropyle benachbarte Integumentzelle den Embryo geliefert haben. Zur Identifikation eines Synergidenembryos sind zwei Merkmale heranzuziehen: die Insertion des Suspensors an der verquollenen Nuzelluskappe und das Vorhandensein des Fadenapparates an der Suspensorbasis. Es genügt natürlich, wenn eines dieser beiden Merkmale sicher festgestellt ist. In Fig. 3 sind alle beide erkennbar. An dem Vorkommen von Synergidenembryonen bei *A. odorum* ist also nicht zu zweifeln. Da in einem Falle neben

der zweiten, stark vergrößerten, abgestorbenen Synergide auch die unbefruchtet gebliebene Eizelle sichtbar war, so spricht dies dafür, daß die Synergide, die sich zum Embryo entwickelte, befruchtet wurde.

Die von HEGELMAIER entdeckten Integumentembryonen entstehen an der Innenfläche des großzelligen inneren Integuments, das bis auf die Embryoinitialen in mehr oder minder weit vorgeschrittener Auflösung begriffen ist. Nur selten findet man Embryoinitialen im Innern des Integuments. Die äußerste Zellage desselben, die länger am Leben bleibt, läßt zwar hin und wieder Ansätze zur Bildung von Adventivembryonen erkennen, doch sah ich niemals wirkliche Embryonen aus dieser Zellschicht

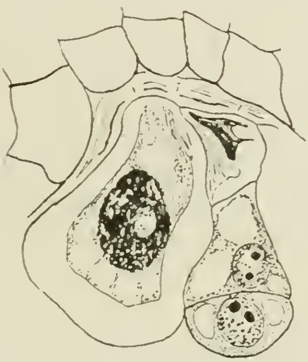


Abb. 3. Synergidenembryo von *Allium odorum*; links die zweite Synergide; darüber die verquollene Nuzelluskappe.

hervorgehen, was HEGELMAIER im Text seiner Arbeit behauptet. Seine Abbildungen dagegen, die sich mit dem Texte im Widerspruch befinden, geben den richtigen Sachverhalt wieder.

Von ERNST (S. 452) werden in Kürze die Ergebnisse von Bestäubungs- und Kreuzungsversuchen mit *A. odorum* mitgeteilt, die 1917 von E. DE VRIES in Zürich ausgeführt wurden. Von 42 im Knospenstadium kastrierten und hernach isolierten Blüten setzte keine einzige Frucht und Samen an. Eine mikroskopische Untersuchung wurde nicht vorgenommen. Auch ich habe einige Kastrationsversuche angestellt. Die Kastration erfolgte in der Weise, daß in der knapp vor dem Aufblühen befindlichen Knospe der erst kaum 1 mm lange Griffel unmittelbar über dem Fruchtknoten mit dem Rasiermesser abgeschnitten wurde. Da die Antheren noch geschlossen waren, kam vorausgegangene Selbst-

bestäubung nicht in Betracht. Die Wundfläche trocknete rasch ein, so daß evtl. auf sie gelangte Pollenkörner nicht keimen konnten. In einer Serie wurden die Wundflächen sofort mit Vaseline bestrichen. In keinem Falle konnten auf ihnen keimende Pollenkörner gefunden werden, sowie auch die genaueste Untersuchung in der Fruchtknotenhöhle und in den Mikropylen niemals auch nur die Spur eines Pollenschlauches ergab. Im ganzen wurden 16 Fruchtknoten kastriert. Die Mehrzahl derselben zeigte ein wenn auch geringes Wachstum, früher oder später vergilbten sie und vertrockneten; 5 Fruchtknoten wuchsen aber stärker heran. Einer davon wurde nach 10 Tagen, die übrigen 4 nach 3 Wochen, als sie bereits zu vergilben begannen, fixiert und in Mikrotomschnitte zerlegt. Ihre Untersuchung ergab das überraschende Resultat, daß in zahlreichen Samenanlagen wohlentwickelte, mehr- bis vielzellige Embryonen vorhanden waren. Neben Antipoden- und Integumentembryonen traten auch einige parthenogenetische Eiembryonen auf, die sich durch sehr ungleiche Zell- und Kerngröße auszeichneten. Sie waren aber ebensowenig lebensfähig wie jene. Einer dieser Eiembryonen ließ die Zählung, resp. Schätzung der Chromosomen zu. Eine gut ausgebildete Äquatorialplatte wies 16 Chromosomen auf, in einigen anderen bewegte sich diese Zahl um 16 herum. Die betreffenden Kerne waren also diploid.

Es fragt sich nun, ob die sich parthenogenetisch entwickelnden Eizellen haploid oder diploid waren, ob mit anderen Worten generative oder somatische Parthenogenesis im Sinne WINKLERs eintrat. Es liegt natürlich näher anzunehmen, daß die Eizellen wie gewöhnlich haploid waren, da ja die Reduktionsteilung für *A. odorum* festgestellt ist. War dies der Fall, so kann die Diploidie der Embryonen nur dadurch zustande gekommen sein, daß in der haploiden Eizelle nach dem ersten Teilungsschritt oder auch etwas später, so wie wir es für die Antipodenembryonen annehmen mußten, durch Kernverschmelzung oder sonstwie regenerative Verdoppelung der Chromosomen stattgefunden hat. Aber auch eine andere Möglichkeit ist ins Auge zu fassen. Es könnte ausnahmsweise in einzelnen Samenanlagen die Reduktionsteilung unterbleiben und die betreffende Eizelle von vornherein diploid und zu parthenogenetischer Entwicklung befähigt sein. Diese Annahme liegt um so näher, als in den Blüten der *Allium odorum*-Exemplare des botanischen Gartens meines Instituts Bildungsabweichungen nicht selten sind. Trotzdem halte ich generative Parthenogenesis für wahrscheinlicher.

Ich gedenke heuer diese Kastrationsversuche in größerem Maßstabe fortzusetzen. Vielleicht bringen sie die Entscheidung in dieser Frage.

Literatur.

ERNST, A., Bastardierung als Ursache der Apogamie im Pflanzenreich. Jena 1918.

HABERLANDT, G., Die Vorstufen und Ursachen der Adventivembryonie. Sitzungsberichte der Preuß. Akademie der Wissenschaften, Sitzung der phys.-math. Klasse vom 19. Okt. 1922

HEGELMAIER, F., Zur Kenntnis der Polyembryonie von *Allium odorum* L. Bot. Ztg., Jahrg. 55, 1897

SCHÜRHOFF, P., Zur Polyembryonie von *Allium odorum*. Berichte der Deutsch Bot. Gesellsch, 40. Bd., Jahrg. 1922, Heft 10.

TRETJAKOW, S., Die Beteiligung der Antipoden in Fällen der Polyembryonie bei *Allium odorum* L. Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch. 13 Bd., 1895.

---

27. W. W. Lepeschkin: Über die chemische Zusammensetzung des Protoplasmas des Plasmodiums.

(Eingegangen am 2. Februar 1923. Vorgetragen in der Februarsitzung 1923.)

Die Analyse des Protoplasmas auf makrochemischem Wege wurde mehrmals gemacht, in systematischer Weise ist sie aber erst von J. REINKE an Plasmodien von *Fuligo varians (Aethalium septicum)* ausgeführt[1]. Zur Zeit REINKEs (1881—83) kannte man nur wenig von der chemischen Zusammensetzung der Eiweißkörper und speziell der Nukleoproteide, die bekanntlich erst von KOSSEL (1894) gründlich untersucht wurden. Man nahm gewöhnlich an, daß die letzteren die Hauptmasse der Zellkerne einnehmen. Was nun die chemische Analyse des Protoplasmas anbelangt, so wissen wir keine botanische Arbeit, die neue Methoden der Untersuchung anwandte, und somit bleiben die alten Untersuchungen von REINKE die einzigen, die uns eine vollkommene Analyse des Protoplasmas des Plasmodiums darbieten.

Seit Jahren beschäftigte ich mich mit der mikrochemischen Analyse des Protoplasmas; um mir aber die Angaben derselben klarzulegen, sah ich mich veranlaßt, eine makrochemische Analyse desselben mittels neuer Methoden vorzunehmen, und wandte mich

---

1) M. s. ZACHARIAS, E.: Die chemische Beschaffenheit von Protoplasma und Zellkern. Progressus rei botanicae. 1909. III. Bd., H. 1, S. 67.

natürlicherweise zu diesem Zweck an das einzige pflanzliche Objekt, das das Protoplasma in großen Massen liefern kann, zum Plasmodium.

Die Plasmodien, die dem Anschein nach denen von *Fuligo varians* gleich waren, ließen sich von Substratteilchen nur in dem Falle vollkommen befreien, wenn sie sich zu größeren schleimigen Massen an der Substratoberfläche ansammelten. Deshalb gebrauchte ich zur Analyse ausschließlich die Plasmodien, die sich auf Kieferstümpfen entwickelt hatten und sich in junge Fruchtkörper zu verwandeln im Begriff waren.

Es erwies sich zunächst, daß das Protoplasma der Plasmodien auf Lakmus bald alkalisch, bald neutral reagiert (nach Reinke alkalisch). Im ersteren Falle waren die Plasmodien gelb, im zweiten nur gelblich (also hellgelb), und im Innern ließen sich rötliche Schichtungen wahrnehmen. Beim Reifen wird das Plasmodiuminnere mehr und mehr rötlich oder violett (bei alkalischer Reaktion) bis schwarzviolett oder schwarzbraun, schließlich zerfällt es in schwarzviolette Sporen. Dieser Prozeß wird von einem großen Wasserverlust begleitet. So wog eins der Plasmodien, in eine Schale übertragen, am Mittage 17,9 g; nach Verlauf von 24 Stunden wurde es schwarz und schied eine vollkommen durchsichtige rotviolette Flüssigkeit aus. Nach Verlauf von 3 Tagen, mit Fließpapier leicht getrocknet, wog es 6,7 g. Nach dem Austrocknen an der Sonne wog der Rest 1,3 g und nach dem Austrocknen bei 130 ° C 1 g. Somit verlor das Plasmodium bei der Sporenbildung $^2/_3$ seines Wassers.

Der Farbstoff, welcher im Plasmodium beim Reifen gebildet wird, kann nur bei Luftzutritt auftreten; er bildet sich auch nach dem Abtöten des Plasmodiums durch Alkohol, Chloroform usw. und entsteht offenbar durch die Tätigkeit der Oxydasen, weil das vorherige Kochen die Pigmentbildung vollkommen hemmt. Seinen Eigenschaften nach ist er den Anthocyanen sehr nahe verwandt und bildet mit Alkalien blaue salzartige Verbindungen.

Um die Oxydation der Plasmodiumstoffe zu vermeiden, wurden in meinen Versuchen die genau abgewogenen Proben der Plasmodien (ungefähr je 3—9 g) in kleinen Flaschen mit geschliffenen Pfropfen mit 20—30 ccm Wasser vermischt, das entweder 6% Alkohol, 4 % Äther oder 0,02 % Tymol in Lösung enthielt. Diese Konzentrationen der Antiseptica genügten vollkommen, um die Fäulnis zu vermeiden und das Protoplasma abzutöten. Einige Proben wurden außerdem vorher mit Wasser gekocht. Von jedem zur Analyse genommenen Plasmodium wurde der Wassergehalt bestimmt. Dieser

Gehalt variierte zwischen 79,3 % und 86,0 %, stieg aber bei nassem Wetter bis 94 % (bestimmt durch Austrocknen bei 130° C).

Nach Verlauf von acht Tagen wurden die mit Wasser behandelten Proben abfiltriert und mit Wasser gewaschen. Das Filtrat war vollkommen oder beinahe klar, farblos oder etwas violett (bei alkalischer Reaktion der Plasmodien etwas grün). Nach Verdampfung des Filtrats erwies es sich, daß das Plasmodium zu 38,4 %—47,8 % seines Trockengewichts aus wasserlöslichen Stoffen besteht, unter denen sich 2—2,5 % Mineralstoffe befinden. Die organischen wasserlöslichen Stoffe bestanden aus 14 % – 14,5 % Glykose (durch Titration mit FEHLINGscher Lösung bestimmt), 2—2,5 % Eiweißkörpern, die durch Ansäuern gefällt wurden und sich in Alkalien lösten (vielleicht waren das Nukleoproteide). Der Rest (ungefähr 20 %) enthielt Aminosäuren, Purinbasen, Asparagin und Glutamin.

Die wasserlöslichen Stoffe des Plasmodiums befinden sich hauptsächlich in Vakuolen und teilweise auch im Protoplasmawasser gelöst; sie hatten für mich eine untergeordnete Bedeutung, weil mich die Zusammensetzung der Grundmasse des Protoplasmas interessierte, welche in Wasser unlöslich ist, und welche als alleiniger Sitz der Lebensfähigkeit betrachtet werden kann.

Die in Wasser unlöslichen Stoffe des Plasmodiums machen 52,2 %—61 % seines Trockengewichts aus. Sie wurden in meinen Versuchen der Wirkung von 10 % Kochsalzlösung, von 1 % oder 5 % Kalilauge, von 5 % Schwefelsäure und, nach dem Austrocknen im Vakuum, der Extraktion mit Äther unterworfen. Der Hauptteil dieser Stoffe (ungefähr $^2/_3$) löste sich in 10 % Kochsalzlösung. Der Rest bestand teilweise aus Stoffen, die durch Äther gelöst wurden (Lipoide 6,8—13,8 %), teilweise aus Stoffen, die sich in 5 % Kalilauge lösten (6—8 %), teilweise aus Mineralsalzen, deren Menge durch Verbrennen bestimmt wurde. In 5 % Kalilauge lösten sich alle in Wasser unlöslichen Stoffe des Plasmodiums vollkommen, wobei Fette emulgiert, Mineralsalze gelöst oder durch kolloidale Stoffe adsorbiert wurden.

Aus der Lösung in 10 % Kochsalz ließ sich durch ein starkes Ansäuern mit Essigsäure eine kleine Menge von Globulin ausscheiden (ungefähr $^1/_2$ % des Trockengewichts des Plasmodiums). Die übrigen Stoffe konnten aber durch kein Mittel niedergeschlagen werden, auch durch Kochen nicht: die Flüssigkeit wurde nur trübe. Diese Stoffe konnten also nur in einer anderen Weise untersucht werden.

Unterwirft man die in Wasser unlöslichen Stoffe des Plasmodiums (in feuchtem Zustande) einer langsamen Hydrolyse mit 5% Schwefelsäure beim Kochen mit Rückflußkühler, so lösen sich allmählig die in Kochsalz löslichen Stoffe und ein Teil der in Kalilauge löslichen Stoffe auf. Der Rest enthält teilweise Lipoide, teilweise Stoffe, die nur in 20% Kalilauge löslich sind (3,1%), und die wir im weiteren als Plasmatin bezeichnen. Die kolloidalen Eigenschaften desselben werden offenbar durch das Kochen mit Schwefelsäure geändert, weil alle Stoffe des Plasmodiums, wie erwähnt, in 5% Kalilauge löslich sind, wenn sie in frischem Zustande zur Untersuchung kommen.

In einem anderen Versuche wurde das Plasmodium, nach der Behandlung mit Wasser, getrocknet, mit Äther-Alkohol extrahiert und erst dann der Hydrolyse mit 5% Schwefelsäure unterworfen, die ungefähr 144 Stunden dauerte, so daß keine Substanz mehr in Lösung ging. Der Rest betrug 7,5% des Trockengewichts des Plasmodiums. Während der ersten 48 Stunden der Hydrolyse wurden 22,4% des Trockengewichts des Plasmodiums gelöst, dessen gesamte in Wasser unlösliche Stoffe 53,7% dieses Gewichts ausmachten. Zwischen den Produkten der Hydrolyse wurden Tymin und Urazyl (7,2%), Zytosin (1%), Hystidin und Arginin (6,7%), und Xanthin und Hypoxanthin (0,8%) gefunden[1]). Somit betragen Purin- und Pyromidinbasen fast die Hälfte der durch Schwefelsäure hydrolysierten Substanzen (9% von 22,4%), die offenbar Nukleinsäuren sind. Hystidin und Arginin entstammten offenbar einem Eiweißkörper (Hyston), der mit Nukleinsäuren zu Nukleoproteiden verbunden war.

Während der weiteren Hydrolyse (48 Stunden) wurden 3,9% des Trockengewichts des Plasmodiums gelöst. Die Produkte der Hydrolyse bestanden diesmal aus Tymin, zu dem etwas Asparagin- und Glutaminsäure beigemengt war. Wahrscheinlich waren diese Stoffe ebenfalls zu einem Nukleoproteid im Plasmodium verbunden. Die weiteren 48 Stunden der Hydrolyse führten zur Auflösung von nur 0,5% des Trockengewichts. Die Produkte der Hydrolyse waren Zytosin, Arginin, Hystidin und ein Monosaccharid, die offenbar einem Nukleoproteid entstammten. Unter den Produkten der Hydrolyse aller drei Portionen wurde außerdem eine bedeutende Menge von Phosphorsäure gefunden. Es bestand also kein Zweifel darüber, daß die Hauptmasse der in Wasser unlöslichen Stoffe des

---

1) Die Prozentzahlen beziehen sich auf das Trockengewicht des Plasmodiums. Alle aufgezählten Stoffe wurden in kristallisiertem Zustande abgewogen.

Plasmodiums aus Nukleoproteiden besteht und, da Zellkerne nur einen verhältnismäßig geringen Teil der Plasmodiummasse ausmachen (weniger als 10 %), so gehören diese Nukleoproteide hauptsächlich dem Protoplasma an.

Bis jetzt nahm man gewöhnlich an, daß Nukleoproteide nur im Kern vorhanden sind, weil das Protoplasma sich durch Pepsin-Salzsäure verdauen läßt. Seit HAMMARSTEN[1]) ist aber bekannt, daß bei einer lange dauernden Verdauung das entstehende Nuklein gespalten und gelöst werden kann. In der Tat, wurden in meinen Versuchen die in Wasser unlöslichen Stoffe des Plasmodiums (in feuchtem Zustande) der Einwirkung von Pepsin (1 %) und Salzsäure (0,4 %) während 14 Tage bei 28° C ausgesetzt, so lösten sich alle Nukleoproteide des Protoplasmas. Der unlösliche Rest betrug 12,9 % des Trockengewichts des Plasmodiums und bestand aus 8,5 % Fettstoffen und 4,4 % Plasmatin.

Daß die Hauptmasse der in Wasser unlöslichen Stoffe des Plasmodiums aus Nukleoproteiden besteht, ersieht man ebenfalls aus den Resultaten, die bei der Behandlung dieser Stoffe mit Kalilauge von mir erhalten wurden. Wie erwähnt, lösen sich diese Stoffe in 5 % Kalilauge vollständig. Nach der Neutralisation der Lösung mit Schwefelsäure (schwach sauere Reaktion) fällt ein voluminöser Niederschlag aus. Derselbe wurde gewaschen, im Vakuum getrocknet (bei Zimmertemperatur), aus demselben Lipoidsubstanz mit Äther-Alkohol extrahiert und der Rest in 1 % Kalilauge gelöst (vollkommen klare Flüssigkeit). Durch die Neutralisation mit Essigsäure wurden Nukleine gefällt. Dieselben waren nur in Ätzalkalien und nicht in Säuren löslich, und zeigten Biuretreaktion. Sie wurden abfiltriert, gewaschen und einer Hydrolyse mit 0,5 % Schwefelsäure unterworfen. Nach 2stündigem Kochen lösten sie sich, und nach dem Abkühlen der Lösung konnte aus der letzteren durch eine ganz vorsichtige Neutralisation mit Essigsäure Eiweiß ausgeschieden werden, das sehr gut nicht nur in Laugen, sondern auch in ganz schwachen Säuren löslich war und somit stark alkalische Eigenschaften besaß. Dieses Eiweiß wurde mit 1 % Schwefelsäure während 8—10 Stunden beim Kochen hydrolysiert. Nach Entfernung der Schwefelsäure durch Baryt wurde in der Lösung viel Arginin und Hystidin gefunden. Somit gehört das Eiweiß, das einen Bestandteil der Nukleine des Plasmodiums bildet, der Hyston- und Protomingruppe an. In der

---

1) Zeitschr. f. Phys. Chem. 1894. Lehrbuch p. 47.

Lösung, die nach dem Abfiltrieren des Eiweißes zurückblieb und keine Biuretreaktion mehr aufwies, wurden Xanthin, Hypoxanthin, Zytosin, Phosphorsäure und kleine Mengen von Arginin und Hystidin gefunden.

Außer Nukleoproteiden, die den größten Teil der in Wasser unlöslichen Stoffe des Plasmodiums ausmachen, scheint dasselbe auch eine kleine Menge von freien Nukleinsäuren zu enthalten[1]). Dies erhellt aus dem folgenden Versuche. Das Plasmodium wurde der Behandlung von Wasser, von 10% Kochsalzlösung und (nach dem Waschen und Trocknen) von Äther unterworfen; der Rest wurde mit 1% Kalilauge während einiger Tage behandelt. Ein Teil des Restes ging dabei in Lösung. Die Lösung gab keine Biuret-, Millons- und Xanthoproteinreaktion, mit α-Napthol und Schwefelsäure bildete sie dagegen einen violetten Ring und mit Bleiessig einen Niederschlag. Die Neutralisation führte zu keiner Ausscheidung der gelösten Substanz. Wenn man aber das für die Abscheidung von Nukleinsäuren so geeignete Verfahren verwendete und die Flüssigkeit ansäuerte und bis auf einen kleinen Rest abdampfte, so bildete sich ein Niederschlag, der die erwähnte Kohlenhydratreaktion und keine Eiweißreaktionen gab. Nach dem Abtrocknen abgewogen betrug der Niederschlag 2,5% des Trockengewichts des Plasmodiums. Die nach dem Abfiltrieren des Niederschlags zurückgebliebene Flüssigkeit (nach dem Entfernen von Essigsäure durch Schwefelsäure) gab die Reaktionen von Purinbasen, die bekanntlich am leichtesten von Nukleinsäuren durch Kalilauge abgespaltet werden. Die Substanz, die nach der Behandlung der Plasmodiumstoffe mit 1% Kalilauge zurückblieb (4,8% des Trockengewichts des Plasmodiums), löste sich in 5% Kalilauge und stellte offenbar das schon mehrmals erwähnte Plasmatin dar.

Wir sahen früher, daß es eine Substanz darstellt, die durch schwache Säuren (Schwefelsäure bis 5%) und durch Pepsin-Salzsäure nicht gelöst werden kann. Starke Säure, so z. B. 30% Schwefelsäure, lösten es dagegen, wenn auch langsam (während 12—18 Stunden) und nur beim Kochen, wobei es in seine Bestandteile zerlegt wird. Die Zusammensetzung des Plasmatins wurde folgendermaßen ermittelt:

Die in Wasser unlöslichen Stoffe des Plasmodiums wurden in feuchtem Zustande der Einwirkung von Pepsin-Salzsäure während

1) Vielleicht stammen diese von Kernen.

3 Wochen bei 28° C unterworfen: der Rest wurde im Vakuum getrocknet und mit Äther extrahiert. Die zurückgebliebene Substanz, die ungefähr 3,8% des Trockengewichts des Plasmodiums ausmachte, löste sich während 8 Tage in 5% Kalilauge (bei Zimmertemperatur). Die Lösung wurde bis zu einer sehr schwachen alkalischen Reaktion neutralisiert und klar filtriert. Alsdann wurde sie genau neutralisiert und der entstandene Niederschlag, der eine Biuretreaktion zeigte, gewaschen, im Vakuum ausgetrocknet und nochmals mit Äther behandelt. Die so erhaltene Substanz, die nur 2% des Trockengewichts des Plasmodiums ausmachte (in Äther löste sich 0,3%) und die ein Eiweißkörper war, wurde der Hydrolyse mit 30% Schwefelsäure unterworfen (12 Stunden bei 100° C). Nach der Hydrolyse wurde die Säure durch Baryt entfernt. Die erhaltene Lösung gab keine Trübung mit Phosphorwolframsäure, Bleiessig, Tannin. Mit salpetersaurem Quecksilberoxydul gab sie dagegen einen voluminösen Niederschlag, mit α Naphtol und Schwefelsäure einen violetten Ring. Mit MILLONs Reagens wurde keine Rotfärbung erzielt, auch beim Kochen nicht. Somit besteht der Eiweißkörper des Plasmatins aus Asparaginsäure (wahrscheinlich auch aus Glutaminsäure) und einem Kohlenhydrate. Nach seinem Verhalten gegen Pepsin-Salzsäure zu urteilen, könnte man glauben, daß dieser Eiweißkörper in Plasmatin mit irgendeiner Substanz verbunden ist, die es vor der Wirkung von Pepsin schützt. Die Zusammensetzung dieser Substanz wurde durch eine direkte Hydrolyse von Plasmatin ermittelt.

Das Plasmodium wurde, nach der Behandlung mit Wasser, dem Austrocknen und der Extraktion von Lipoiden durch Äther, mit 5% Schwefelsäure hydrolysiert (120 St., 100°). Der Rest (Plasmatin) wurde von neuem mit Äther behandelt und danach mit 30% Schwefelsäure hydrolysiert (12 St., 100°). Die Säure wurde mit Bariumhydroxyd entfernt, die Lösung filtriert, vorsichtig abgedampft und der trockene Rückstand abgewogen. Es erwies sich, daß bei der Hydrolyse von 0,10 g Plasmatin 0,09 g in Lösung ging. Der Rückstand wurde wieder gelöst. Die Lösung gab keine Trübung mit Tannin und Phosphorwolframsäure, dagegen einen voluminösen Niederschlag mit $HgNO_3$. Keine Färbung mit MILLONs Reagens. Keine Phosphorsäure. Somit ist Plasmatin kein Nukleoproteid; es enthält ein Eiweiß, an dessen Aufbau hauptsächlich Asparaginsäure beteiligt ist. Die durch Hydrolyse nicht gelöste Substanz wurde nach dem Austrocknen mit Äther behandelt, wobei sich mehr als 0,01 g Lipoide lösten, die nach Verdampfung von Äther vollkommen durch Aceton gelöst wurden. Sie wurden

nach Entfernung des Acetons mit alkoholischer Lösung von Ätzkali während 2 Stunden verseift, bis zu einer schwach sauren Reaktion neutralisiert und mit Äther geschüttelt, wobei 0,005 g Phytosterin durch denselben gelöst wurden. Somit stellt das Plasmatin offenbar ein Lipoproteid dar, das außer dem Eiweißkörper, der aus Asparaginsäure-Molekulen zusammengesetzt ist, Phytosterin und Fettsäuren enthält.

Wie früher erwähnt, ist der größte Teil der Lipoide des toten Plasmodiums frei und direkt durch Äther extrahierbar. Ein Teil dieser Verbindungen kann erst nach der Hydrolyse des Plasmodiums mit 5 % Schwefelsäure durch Äther extrahiert werden, So extrahierte Äther keine Lipoide mehr aus den getrockneten in Wasser unlöslichen Stoffen des Plasmodiums, nach der Hydrolyse aber mit 5 % Schwefelsäure ließen sich aus dem Rest noch 1,9 % des Trockengewichts des Plasmodiums Lipoide extrahieren (Gesamtmenge der Lipoide war 14 %). Was nun die Zusammensetzung der Lipoide, deren Menge zwischen 7 % und 14 % des Trockengewichts des Plasmodiums variierte, anbelangt, so ist sie im folgenden angegeben.

Gesamtmenge der Lipoide	Neutrale Fette	Phytosterin	Phosphatide
6,8 %	3,1 %	2,4 %	1,3 %
12,0 %	4,5 %	5,5 %	2 %
12,8 %	9,5 %	2,6 %	0,7 %
13,9 %	10,2 %	2,6 %	1,1 %

Auf Grund der oben angeführten Resultate der Analyse können wir uns die mittlere Zusammensetzung des Plasmodiums (d. h. hauptsächlich seines Protoplasmas) folgendermaßen vorstellen:

Chemische Zusammensetzung des Plasmodiums.

Wasser . . . . 82,6 %

Die trockene Substanz enthält:

Die in Wasser löslichen organischen Stoffe, welche hauptsächlich in Vakuolen enthalten sind (40,7 %)

Monosaccharide	14,2 %
Eiweißkörper	2,2 %
Aminosäuren, Purinbasen, Asparagin usw.	24,3 %

Die in Wasser unlöslichen organischen Stoffe, welche hauptsächlich die Grundmasse des Protoplasmas bilden (59,3 %)	
Nukleoproteide	32,3 %
Freie Nukleinsäuren	2,5 %
Globulin	0,5 %
Lipoproteide (Plasmatin)	4,8 %
Neutrale Fette	6,8 %
Phytosterin	3,2 %
Phosphatide	1,3 %
Übrige organische Stoffe (Polysaccharide, Farbstoffe, Harze)	3,5 %
Die Mineralstoffe, von denen ung. die Hälfte durch Wasser extrahierbar ist	4,4 %
	100,0 %

Somit erwies sich das Plastin REINKEs als Gemisch von Nukleo- und Lipoproteiden. Die Analyse zeigte also, daß im Protoplasma von Plasmodien, wie in demjenigen der Leucocyten (Lillie), die Nukleoproteide einen Hauptbestandteil darstellen.

28. F. Boas und F. Merkenschlager: Über die Wirkung spezifischer Zuckerarten bei höheren Pflanzen.

(Aus dem Botan. Lab. d. landw. Hochschule Weihenstephan.)

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 8. Februar 1923. Vorgetragen in der Märzsitzung 1923.)

Die Schwierigkeiten, die sich einer sterilen Aufzucht von Pflanzen in zuckerhaltigen Lösungen entgegenstellen, sind bekannt.

Wir können die sterile Aufzucht umgehen, wenn wir den Einfluß von Zuckerarten an einem Objekt studieren, das leicht einer mechanischen Reinigung zugänglich ist und das in kürzester Zeit die Wirkung des Zuckers erkennen läßt, das also für diesen Stoff einen gewissen Bedarf hat. Beide Vorbedingungen sind in vollendeter Weise im Samen von *Lupinus luteus* verwirklicht. Der Mangel an Kohlenhydraten gibt den Keimling den Einflüssen des Kalkes preis. 0,8 % Ca $(NO_3)_2$, welches die Keimung von Samen anderer Pflanzen kaum beeinträchtigt, hemmt die Keimung von *L. luteus* ganz erheblich. Es wurde früher schon der Nachweis

geführt, daß durch Zufuhr von Glyzerin auf ältere, auf kalkhaltigem Boden gewachsene Keimlinge nach deren Herausnahme aus dem Kalkboden, von Sacharose und Glukose auf Samen, die in stark kalkhaltigen Keimbeeten liegen, der Kalk seine Wirkung zum großen Teil einbüßt. (2.) Andererseits konnte der eine von uns (BOAS 1) eine gestaffelte Wirkung von verschiedenen Zuckerarten auf Pilze feststellen. Diese beiden Gesichtspunkte, Milderung der Kalkempfindlichkeit durch Zucker und die „spezifische Zuckerwirkung" zu kombinieren, war der Grundgedanke dieser Arbeit. Der arteigene Zucker der Lupine ist Galactose. 6,36% der Trockensubstanz werden eingenommen von der Lupeose, die hydrolysiert Galactose liefert. Der Aufbau der Zellwandverdickungen der Kotyledonen setzt sich aus Paragalacto-Araban zusammen, das hydrolysiert Galactose und Arabinose liefert.

Der nasse Jahrgang 1922 hat gleichmäßig keimkräftige Samen nicht hervorgebracht. Vom Jahrgang 1921 stand uns Material zur Verfügung, das die Staffelung der Zuckerwirkung ausgezeichnet hervortreten ließ. Die Samen wurden nach Anritzen der Samenschalen in Petrischalen ausgelegt, deren Fließpapierbelag mit gleichen Mengen der zu prüfenden Lösungen getränkt wurde. Das Keimbeet wurde zweimal täglich völlig erneuert, nachdem die Samen unter einem Wasserstrahl gewaschen worden waren. Die Zeit, die bis zum Eintritt der Sichtbarkeit des Würzelchens verstreicht, und die Zahl der bis dahin zu diesem Stadium gelangten Samen gaben uns die Grundlagen für die Einschätzung der zu prüfenden Stoffe.

Wir beschränken uns hier auf die Wiedergabe einzelner bezeichnender Versuchstabellen.

Versuchsbeginn: 11. Dezember 1922, früh 9 Uhr.
Samenzahl: 20.

Tag	Stunde	1,2% $Ca(NO_3)_2$	1,2% $Ca(NO_3)_2$ + 1% Galactose	1,2% $Ca(NO_3)_2$ + 1% Arabinose	1,2% $Ca(NO_3)_2$ + 5% Sachar.	1,2% $Ca(NO_3)_2$ + 1% Sachar.
11.	5 n.	—	—	—	—	—
12.	9 v.	—	1	—	—	—
	2 n.	—	3	1	—	—
	5 n.	—	3	1	—	—
13.	9 v.	—	6	3	—	—
	12 m.	—	7	4	—	—
	2 n.	—	8	4	—	—
	4^{30} n.	—	10	4	—	—
	6 n.	1	11	6	—	—
14.	9 v.	4	18	11	—	—

Galactose hat weitaus am besten gewirkt; an die zweite Stelle rückt die Arabinose. Eine öftere Wiederholung des Versuches hat das Bild nicht verschoben.

Gingen wir mit der Kalkkonzentration höher hinauf, so wurde die Keimung, je mehr sich die Konzentration 2% näherte, allmählich ganz unterdrückt. *Vicia faba* keimte in einer 2%igen Kalklösung noch, wenn auch zögernd. Nicht alle Samenherkünfte erwiesen sich als gleich empfindlich. Bei manchen brach in 1,8% das Würzelchen bei einem kleinen Teil noch hervor, freilich um sogleich stillzustehen, bei anderen erst nach Zugabe von Galactose. Bei der Anwendung von 1,5% Kalziumnitrat wurden analoge Ergebnisse erzielt.

Wir vertreten die Ansicht, daß die Empfindlichkeit gegen Kalk an das Kation gebunden ist (3.) In der Tat wirkt auch das $CaCl_2$ auf *Lupinus* ungleich nachteiliger als auf andere Samen. In 2%igem $CaCl_2$ (wasserfreies Salz) keimte noch *Pisum* zu 100%, *Lupinus* nicht mehr. In 1,5% $CaCl_2$ keimten 2 Lupinensamen nach Zugabe von Galactose, in reinem Kalziumchlorid keiner.

In 1,2% $CaCl_2$ keimte innerhalb drei Tagen kein Samen, in Kalk-Galactose keimten 20%. Interessant ist, daß *L. angustifolius* ihre geringere Kalkempfindlichkeit schon im Keimbeet verrät. Doch bleibt auch bei ihr der Galactose eine breite Möglichkeit der Wirksamkeit.

Versuchsbeginn: 25. Januar 1923, nachmittags 4 Uhr.

Keimungstabelle.

Tag	Stunde	*Lupinus luteus*			*Lupinus angustifolius*		
		H_2O	1,2% $CaCl_2$	1,2% $CaCl_2$ + Galact.	H_2O	1,2% $CaCl_2$	1,2% $CaCl_2$ + Galact.
27.	9 v.	11	—	—	18	—	3
27.	2 n.	12	—	—	18	1	11
28.	9 v.	12	—	4	18	5	15

In weiteren Versuchen wurden Samen, aus denen kalkliebende Pflanzen hervorgehen, schon im Keimbeet auf ihr Verhalten gegen 1% $CaCl_2$ geprüft. Es weichen bei ihnen die Keimzahlen zwischen H_2O und 1% $CaCl_2$ kaum voneinander ab.

Eine Herkunft von *L. luteus* aus dem Jahre 20 ließ die Galactosewirkung nicht hervortreten. Es zeigte sich, daß diese Population unvollkommen ausgereift war. Es fand sich in den Kotyledonen ein für *Lupinus* sonst nicht charakteristischer Gehalt an Stärke (bzw. Amylodextrinen), die beim Reifeprozeß in Öl überzugehen pflegen. Normalerweise ist der Lupinensamen stärkefrei oder fast stärkefrei. Kohlenhydrate scheinen also weniger

die Schutzwirkung gegen Kalk zu gewährleisten als das Öl. Je fettreicher die Eiweißkolloide im Plasma eingebettet sind, um so geschützter sind sie gegen die Ca-Ionen. In einer *Lupinus*zelle sind ungeheuer viele Eiweißkolloide in fettarme Regionen verteilt. Hier trifft sie die flockende Wirkung des Kalks.

Wir versuchten, die Gegenprobe auf diese Anschauung zu machen, indem wir Lipoide mit Saponinen nach den Arbeiten des einen von uns (BOAS 4) festzulegen trachteten. Es sei gleich vorweggenommen, daß es uns mit den bisher verwendeten Konzentrationen von Digitonin, das speziell auf Sterine wirkt, nicht gelang, die Kalkempfindlichkeit zu verschärfen. Geringe Digitoninmengen haben allerdings, wie zu erwarten war, Reizwirkungen, merkwürdigerweise auch im Kalkbeet verursacht. Ob höhere Konzentrationen unseren Erwartungen Recht geben werden, sollen die in Angriff genommenen, auf breiter Grundlage geführten Versuche lehren. Eine Digitoninwirkung auf das Eiweiß der Lupine kommt bei der spezifischen Digitoninwirkung natürlich nicht in Betracht. Im übrigen sei auf die ausführliche Darstellung unserer Arbeit in der biochemischen Zeitschrift verwiesen.

Literatur.

1. F. BOAS, Beihefte zum Bot. Zentralbl. 36, 135. 1919.
2. F. MERKENSCHLAGER, Frühling 1921, Heft 1/2, Heft 11/13. ebenda 1922, Heft 23/24.
3. F. BOAS und F. MERKENSCHLAGER, Zentralbl. für Bakt., II. Abt. 1922. Bd. 55.
4. F. BOAS. Diese Ber. 39, 1921. Biochem. Zeitschr. 117, 166, 1921; 129, 144, 1922.

---

29. A. Rimbach: Lebensweise von Herbertia amoena.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 12. Februar 1923. Vorgetragen in der Märzsitzung 1923.)

Im folgenden gebe ich eine kurze Beschreibung der Lebensweise der Iridazee *Herbertia amoena* Griseb., einer Zwiebelpflanze Uruguays, welche ich in Montevideo, in dessen Umgebung diese Art auf dem Kamp häufig ist, durch mehrjährige Kultur sowie Beobachtung am natürlichen Standorte näher kennenlernte.

Bei der Keimung des Samens von *Herbertia amoena* bildet sich das Keimblatt in der Weise aus, daß sein Basalteil sich um etwa

5 mm abwärts streckt und die Knospe des Keimlings mitführt, während oberhalb seines im Samen steckenbleibenden Saugers ein

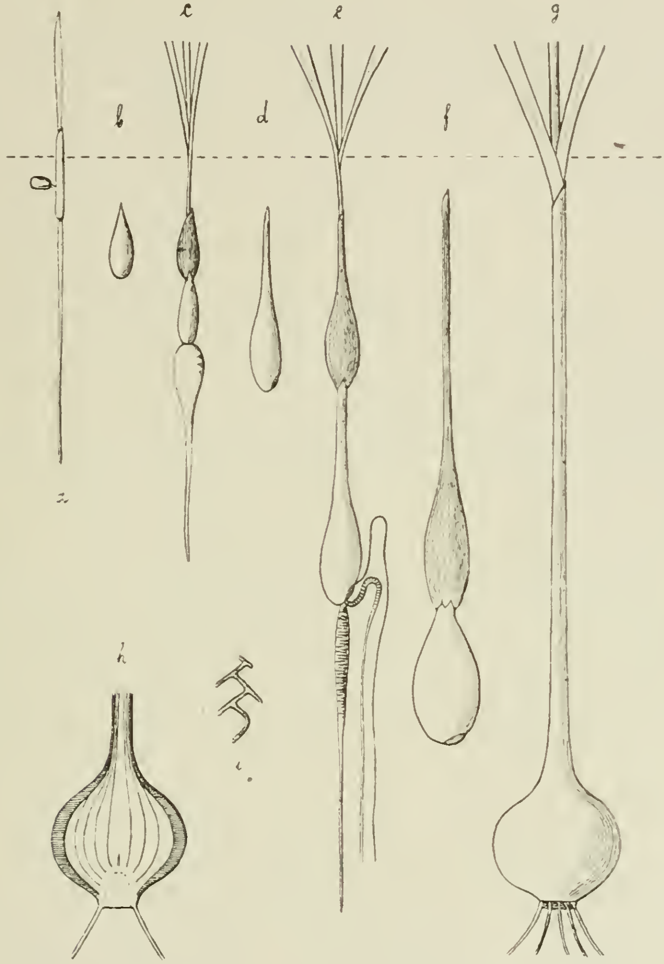


Abb. 1. *Herbertia amoena* Griseb. von der Keimung bis zum erwachsenen Zustande. Nat. Gr. (mit Ausnahme von Fig. i). a) Keimpflanze, b) Sämling am Ende der ersten Vegetationsperiode, c) während der zweiten Vegetationsperiode; die Zwiebel ist aus der Hülle herausgezogen; die einzige sichtbare Zugwurzel beginnt runzelig zu werden, d) am Ende der zweiten Vegetationsperiode, e) gegen Ende der dritten Vegetationsperiode; die Zugwurzeln sind zusammengeschrumpft, f) am Ende der vierten Vegetationsperiode; die neue Zwiebel unterhalb der zurückgebliebenen Hülle, g) erwachsenes Exemplar in normaler Tiefe, h) Zwiebel desselben im Längsschnitt, i) Querschnitt der Blattspreite 2/1.

röhrenförmiger Fortsatz über die Erdoberfläche hinauswächst und dem ersten Laubblatt freie Bahn macht (Fig. a). Die Keimwurzel

zieht sich in ihrem Basalteile nachträglich wieder zusammen, so daß ihre Oberfläche auf 1 cm Länge faltig wird, und noch ausgiebigere Verkürzung zeigen die auf sie folgenden Adventivwurzeln. Durch den Zug derselben wird die aus der Keimknospe sich entwickelnde kleine Zwiebel in der ersten Vegetationsperiode bis über 1 cm weiter hinab in die Erde versenkt. Zu Beginn der ersten Ruhezeit sterben Blattspreiten und Wurzeln ab, und die junge Pflanze besteht dann nur aus einer etwa 1 cm langen, spindelförmigen Zwiebel (Fig. b), an welcher die mittlerweile vertrockneten äußeren Schalen eine Hülle um den lebendigen Kern bilden.

In jedem der nächsten Jahre spielt sich nun folgender Vorgang ab: Am Beginne der Vegetationsperiode bringt die Zwiebel ein blasses, sich nur wenig über die Erdoberfläche erhebendes Scheidenblatt, darauf mehrere Laubblätter und gleichzeitig eine Anzahl dünner Nährwurzeln hervor. Etwas später treibt sie nacheinander mehrere an der Basis rübenförmig angeschwollene, fleischige Zugwurzeln. Diese befördern durch ihre Zusammenziehung den lebenden, weißen Kern der Zwiebel aus der toten, braunen, an ihrem Platze verbleibenden Hülle heraus und ein Stück in die Erde hinab. Die jüngeren Zugwurzeln nehmen dabei mit der Zwiebel auch die älteren Wurzeln, beziehungsweise deren übriggebliebenen Gefäßbündelstrang mit sich (Fig. e). Man kann während dieser Zeit an einem Exemplar (wie in Fig. c) zu oberst die verlassene, noch die ursprüngliche Form bewahrende Hülle, darunter den lebenden Zwiebelkörper und von diesem ausgehend eine pralle Zugwurzel finden. An einer solchen Zugwurzel ist die verkürzungsfähige Strecke wenig über 2 cm lang und wird während der etwa 4 Wochen andauernden und ungefähr 1 cm betragenden Verkürzung zuletzt faltig und schrumpft zusammen (Fig. c und e), Schließlich sterben die Blattspreiten und sämtliche Wurzeln ab. und die äußersten, entleerten und vertrockneten Blattscheiden bilden wiederum eine tote Hülle um den lebenden Kern der Zwiebel, welche nun in einen Ruhezustand eintritt (Fig. d und f).

Ich beobachtete ein Abwärtsrücken der Zwiebeln bis zu 2 cm in der zweiten, bis zu 3 cm in der dritten Vegetationsperiode. Das Hinabwandern der Pflanze wird augenscheinlich erleichert dadurch, daß die senkrecht abwärts wachsenden Zugwurzeln, welche die gleiche oder noch größere Dicke als die Zwiebel haben. vor dieser die Erde verdrängen. In größerer Tiefe nimmt der jährliche Betrag des Abwärtswanderns ab, und in etwa 10 cm unter der Erdoberfläche bleibt die Zwiebel stehen, weil von da ab keine stark kontraktilen Wurzeln mehr gebildet werden (Fig. g). Die

erwachsene Zwiebel in dieser ihrer normalen Tiefenlage hat nicht mehr Spindelform, sondern besitzt einen kugeligen, $1\frac{1}{2}$ cm dicken Körper mit abgesetztem, dünnem Halse und besteht, außer der Hülle von dürren Blattresten, aus einer 5 mm langen aufrechten Achse und etwa 12 lebenden, fleischigen, stärkehaltigen, offenen, im Querschnitt halbmondförmigen Schalen (Fig. h). Einige dieser Blattscheiden darstellenden Zwiebelschalen gehen nach oben in sich gegenseitig röhrenförmig umfassende, den Zwiebelhals bildende Stiele über und enden in steilgestellten, 10 cm über den Boden sich erhebenden, tiefrinnigen Spreiten (Fig. i). Die erwachsene Pflanze erzeugt jährlich etwa zwei Dutzend über 20 cm langer, fadenförmiger, auf kurze Strecke abwärts, dann seitlich auswärts wachsender Wurzeln. Wenn aber ein solches Exemplar aus der normalen Tiefe herausgenommen und in oberflächliche Lage versetzt wird, so bildet es von der nächsten Vegetationsperiode ab von neuem sich stark zusammenziehende Rübenwurzeln mit senkrecht nach unten gerichtetem Wachstum, welche es allmählich wieder in die Tiefe befördern.

Die von mir aus Samen gezogenen Exemplare blühten zum ersten Male im vierten Jahr, noch ehe sie ihre endgültige Größe und Tiefenlage erreicht hatten. Die meist einzeln erscheinende Blüte mit horizontal ausgebreitetem, blauviolettem Perianth von fast 5 cm Durchmesser reicht nicht ganz bis zur Spitze der Blätter. Sie ist ephemer und etwa 8 Stunden lang offen, indem sie sich um 7 a m entfaltet und 3 p m wieder einrollt und dann welkt. Aus ihr entsteht eine fast 2 cm lange, zylindrische, nur an der Spitze sich öffnende Kapsel mit vielen, an 2 mm dicken, unregelmäßig gestalteten, rotbraunen, gekörnelten, glänzenden Samen. Vegetative Vermehrung erfolgt spärlich durch Seitenzwiebeln.

Die Jahresperiode von *Herbertia amoena* ist scharf ausgeprägt und verläuft folgendermaßen: Aus der ruhenden Zwiebel treiben im März und April, dem südlichen Herbst, die neuen Blätter hervor und bleiben den Winter über in Tätigkeit. Zur gleichen Zeit wie die Blätter beginnen auch die Wurzeln hervorzubrechen. Im Oktober und November, dem südlichen Frühling, erscheinen die Blüten. Im Dezember reifen die Früchte und findet das Ausstreuen des Samen statt. Darauf löst sich der dürre Fruchtstengel ab, Blätter und Wurzeln vergehen, und im Januar und Februar, den heißesten Monaten, besteht die Pflanze wiederum nur aus der im Boden ruhenden Zwiebel.

30. Richard Harder: Bemerkungen über die Variationsbreite des Kompensationspunktes beim Gaswechsel der Pflanzen.

(Eingegangen am 15. Februar 1923. Vorgetragen in der Märzsitzung 1923.)

Als „Kompensationspunkt" bezeichnet PLAETZER (Verh. d. phys. med. Ges. Würzburg, 1917, Bd. 45) denjenigen Punkt, in welchem bei einer Pflanze Assimilation und Atmung sich gegenseitig kompensieren, so daß der Gaswechsel gleich Null ist. Die Lichtintensität, bei der dieser Zustand erreicht wird, hatte in den Versuchen PLAETZERs bei den einzelnen von ihr darauf untersuchten Wasserpflanzen immer einen ungefähr konstanten, für die betreffende Art spezifischen Wert, z. B. bei *Cinclidotus* ca. 400 MK, bei *Fontinalis* ca. 150 MK, bei *Helodea* ca. 200 MK usw. Die Frage, warum die verschiedenen Pflanzen so verschiedene Lichtansprüche stellen, also verschieden große spezifische Assimilationsenergie besitzen, mußte PLAETZER, nach Diskussion aller Möglichkeiten, offen lassen. Auch die zwar nur selten beobachteten, zum Teil aber recht erheblichen individuellen Schwankungen ließen sich nicht erklären (z. B. bei *Myriophyllum*, S. 16).

Um hier weitere Einsicht zu gewinnen, habe ich schon 1920 in Würzburg Versuche angestellt, deren Ziel es war, den Kompensationspunkt experimentell zu verschieben. Da ich nicht absehen kann, wann ich zur Fortsetzung dieser Versuche kommen werde, soll das bisher Festgestellte in der folgenden Notiz mitgeteilt werden.

PLAETZER sagt zwar, daß das Vorkommen der untersuchten Pflanzen in der Natur wenig Aufschluß über die Ursache ihres verschiedenen Lichtbedürfnisses gibt — es schien mir trotzdem naheliegend, zunächst einmal festzustellen, ob der Kompensationspunkt bei einer Pflanzenspezies verschieden hoch liegt, wenn es sich um sonnig oder schattig gewachsene Exemplare handelt.

Ich bestimmte deshalb den Kompensationspunkt bei Efeublättern, die an einer sonnenlosen Nordmauer bzw. einer den ganzen Tag besonnten Südmauer gewachsen waren.

Um Raum zu sparen, verzichte ich auf eine Schilderung der Versuchsmethodik, bin zu Auskünften darüber jedoch jederzeit bereit. Die Temperatur war bei diesen wie sämtlichen anderen Versuchen 17° C und schwankte um höchstens einige Zehntel Grad.

Ergebnis:

Der Kompensationspunkt der Sonnenblätter liegt bei 2477 MK.
„ „ „ Schattenblätter „ „ 1133 MK.

Der Versuch zeigt eindeutig, daß der Kompensationspunkt beim Efeu keine konstante Lage hat, sondern sich nach den Außenbedingungen ändert. Er verschiebt sich um mehr als 100 %, je nachdem ob man Sonnen- oder Schattenblätter untersucht[1]).

Da das Arbeiten mit Landpflanzen infolge der relativ umständlichen Luftanalysen unbequemer ist, als das Experimentieren mit submersen Wasserpflanzen, bei denen die WINKLERsche Methode eine sehr einfache und sehr genaue Sauerstoffbestimmung ermöglicht, machte ich meine weiteren Versuche mit *Cladophora* bzw. *Fontinalis antipyretica*.

Die Methodik der Versuche war dieselbe wie bei PLAETZER, auf die ich deshalb verweise.

Fontinalis-Pflanzen wurden am 22. 9. 1920 im sogenannten Schwarzen Loch bei Schweinfurt gesammelt, und zwar an einer Stelle, die den ganzen Tag besonnt war, und an einer anderen, wo durch weit über das Ufer hinausragende Baumäste dauernd tiefer Schatten herrschte. Die Pflanzen blieben bis zum Abend des nächsten Tages in Ballen verpackt, am 24. 9. wurde der erste Versuch mit ihnen gemacht. Von jeder Sorte wurden je 2,3 g Frischgewicht in den Versuch gebracht (je ca. 100 Sproßenden). Der Kompensationspunkt lag bei den Sonnenpflanzen bei 152 MK, bei den Schattenpflanzen bei 95 MK.

Nach Beendigung des Versuchs wurden die Pflanzen in Aquarien in ein helles Gewächshaus gebracht. Das Aquarium mit den Schattenpflanzen wurde mit zwei Lagen Zeitungspapier allseitig umhüllt. Da während der nächsten Tage regnerisches Wetter war, erhielt auch das nicht mit Papier beschattete Sonnenmaterial viel weniger Licht, als es im Freien genossen hatte, wo dem Einsammeltag eine Reihe klarer Tage voraufgegangen war.

Nach 4 Tagen wurden die gleichen Pflanzen wieder in den Versuch gebracht. Infolge des Aufenthaltes im schwächeren Licht war der Kompensationspunkt bei beiden Materialien gesunken, bei den Schattenpflanzen lag er jetzt bei 79 und bei den Sonnenpflanzen bei 118 MK — ein weiterer Beweis, daß er eine nach

1) Ich hielt dieses Resultat damals für neu — später habe ich dann aber gefunden, daß in einer mir bis dahin unbekannten Arbeit BOYSEN-JENSEN (Bot. Tidskr. Kopenhagen 1918, Bd. 36) mitteilt, daß der Kompensationspunkt bei Sonnenblättern von *Sambucus nigra* bei 1,8 % des natürlichen Lichtes liegt, der von Schattenblättern bei 0,8 %. Später hat dann auch STÅLFELT (Meddel. fran Statens Skogsförsöksanst. Stockholm. 1921. H. 18, Nr. 5) ähnliche Zahlen für *Picea excelsa* und *Pinus silvestris* veröffentlicht.

den Beleuchtungsbedingungen sich durchaus ändernde Größe darstellt (vgl. die Zusammenstellung in der Tabelle).

Nun kam das Material bis zum nächsten Versuch am 30. 9. wieder ins Gewächshaus, die Schattenpflanzen wieder unter Zeitungspapier, das Sonnenmaterial frei. In dieser Zeit sank der Kompensationspunkt bei beiden Materialsorten noch etwas weiter (Sonnenpflanzen 111 MK, Schattenpflanzen 74 MK).

Jetzt wurden die Pflanzen auch bei Tage völlig verdunkelt, um zu versuchen, ihren Kompensationspunkt noch weiter zu erniedrigen und zu prüfen, ob dabei der Unterschied zwischen Sonnenpflanzen und Schattenpflanzen noch erhalten bliebe. Zunächst wurde die Verdunkelung auf 1 Tag beschränkt, dann folgte ein Versuchstag (2. 10.), dann kamen wieder 2 Dunkeltage mit anschließendem Versuchstag (5. 10.) und schließlich 4 Dunkeltage. An den Versuchstagen wurden die Sonnen- und Schattenpflanzen mit gleichen Lichtintensitäten behandelt, so daß sie also schließlich im ganzen während 10 Tagen nicht dem Gegensatz von sonniger und schattiger Beleuchtung ausgesetzt waren.

Das Ergebnis war, wie aus den 3 letzten Reihen der Tabelle ersichtlich ist, folgendes:

1. Der Kompensationspunkt war durch die lange Verdunkelung der Pflanzen noch wesentlich weiter gesunken. Er lag schließlich bei den Schattenpflanzen bei etwa 10 MK, bei den Sonnenpflanzen bei 27 MK. Gegenüber dem Anfangswert der frisch aus der Natur geholten Pflanzen war er also um mindestens $^5/_6$ gesunken.

2. Trotz der 10 Tage langen gleichartigen Behandlung der Sonnen- und Schattenpflanzen war der spezifische Unterschied zwischen ihnen erhalten geblieben.

Änderung der Lage des Kompensationspunktes bei *Fontinalis.*

Datum	Sonnenpflanzen	Schattenpflanzen
22. IX. 20	152 MK	95 MK
26. IX. 20	118 MK	79 MK
30. IX. 20	111 MK	74 MK
2. X. 20	84 MK	64 MK
5. X. 20	59 MK	unter 41 MK
10. X. 20	27 MK	ca. 10 MK

Schließlich machte ich auch noch einen Versuch, der zeigen soll, wie leicht bei einheitlichem Ausgangsmaterial in kurzer Zeit

durch Besonnung bzw. Beschattung eine sehr starke Veränderung der Lage des Kompensationspunktes hervorgerufen werden kann.

Ich benutzte dafür eine *Cladophora* spez. Am 22. IX. 20 wurde ein Ballen davon aus einem Altwasser des Mains geholt. Das Material stand bis zum 4. X. im Aquarium eines hellen Gewächshauses. Nun wurde es in zwei Portionen geteilt, die eine kam in ein Aquarium, das von morgens 8 bis nachmittags 4 Uhr Sonne erhielt, die andere erhielt einen sonnenlosen Platz, und das Aquarium, in dem sie sich befand, wurde außerdem noch mit zwei Lagen Schreibpapier allseitig umwickelt. Vom 4. bis 7. X. war trübes Wetter, dann folgten völlig wolkenlose Tage. Am Abend des 10. X. wurden die beiden Materialien verdunkelt und am 11. X. wurde ihr Kompensationspunkt bestimmt. Er lag bei dem beschattet gewesenen Material bei 37 MK, bei dem der direkten Sonne ausgesetzt gewesenen bei 170 MK. Schon der Zeitraum von 7 Tagen genügte also, um durch starke Beschattung bzw. starke Besonnung so starke Unterschiede in der Lage des Kompensationspunktes hervorzurufen.

Alle diese Versuche zeigen, daß der Kompensationspunkt eine sehr variable Größe ist. Gewisse individuelle Schwankungen, die PLAETZER bei ihren Materalien beobachtet hat, und die sie sich nicht zu erklären vermag, läßt sich daher wohl durch die Annahme erklären, daß die betreffenden Pflanzen sich vor dem Versuch unter anderen Beleuchtungsverhältnissen befunden hatten als die übrigen.

Um aus Kompensationspunktbestimmungen Schlußfolgerungen zu ziehen, wird man künftig durchaus die Beleuchtungsverhältnisse am Standort des gerade untersuchten Exemplars berücksichtigen müssen — und nicht nur das, man wird auch Exemplare verschiedener Standorte zu den Bestimmungen mit heranziehen. bzw. experimentell neue Standortsbedingungen schaffen müssen. Daraus wird man dann eine bestimmte Variationsbreite des Kompensationspunktes finden, und den auf diese Weise umgrenzten Lichtbereich wird man als charakteristisch für die betreffende Art ansehen müssen. Die oben mitgeteilten, in dieser Richtung angestellten orientierenden Versuche haben ergeben, daß je nach den Bedingungen *Fontinalis* schon mit wenig mehr als 10 oder auch erst mit mehr als 152 MK mit Stoff- und Energiegewinn assimilieren kann. Ob damit für *Fontinalis* der ganze Bereich schon eingegrenzt ist, ist unwahrscheinlich. Vermutlich wird man an im Hochsommer an stark sonnigen Standorten gewachsenen und direkt in den Versuch gebrachten Exemplaren (mein Material wurde erst im September

gesammelt und nicht sofort zum Versuch verwandt) eine noch bedeutend höhere Lage des Kompensationspunktes finden.

Die überhaupt höchsten Werte werden voraussichtlich nicht an Wasserpflanzen, sondern an Landpflanzen zu beobachten sein. Bei Wasserpflanzen findet durch Oberflächenreflexion und Absorption durch das Wasser stets eine starke Lichtschwächung statt, so daß sie immer ± als Schattenpflanzen zu betrachten sind. Eine gewisse Bestätigung dieser Annahme enthält unsere Beobachtung, daß der Kompensationspunkt bei den Sonnenblättern des Efeus, die im März, also durchaus nicht zur Zeit des höchsten Sonnenstandes, gemacht wurde, erst bei 2477 MK lag, also sehr viel höher als der Kompensationspunkt bei irgendeiner meiner oder PLAETZERs Wasserpflanzen. Wie hoch der Kompensationspunkt steigen kann, zeigt die Feststellung von KLEBs (Abh. Heidelberger Akad. d. Wiss., M.-N. Kl., 1914, 3. Abh.), daß Buchenzweige, die in starker Dauerbeleuchtung gehalten waren, sogar bei 6250 MK noch Kohlensäure produzierten.

Das sind Dinge, über die umfassende Untersuchungen noch weiteren Aufschluß geben können, ebenso wie über die Frage, wie weit die Reservestoffvorräte in der Pflanze, die Atmung und andere Faktoren auf die Lage des Kompensationspunktes einwirken.

Tübingen, Botanisches Institut, den 11. II. 1923.

31. Friedl Weber und Heinrich Hohenegger: Reversible Viscositätserhöhung des Protoplasmas bei Kälte.

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der Universität Graz.)

(Eingegangen am 20. Februar 1923. Vorgetragen in der April-Sitzung.)

NĚMEC (1901) gibt an, daß in den Keimwurzeln von *Vicia faba* bei Abkühlung auf 6 ° C die Verlagerung der Stärke in der Columella stark verlangsamt wird; er ist der Ansicht, „daß durch niedrige Temperatur die Konsistenz des Protoplasmas verändert wird . . . Es wäre durch Einwirkung der niedrigen Temperatur dickflüssiger geworden.“ F. u. G. WEBER (1916) haben mittels der Fallmethode HEILBRONNs die Temperaturabhängigkeit der Plasmaviscosität an mikroskopischen Schnitten an Stärkescheidezellen des Keimstengels von *Phaseolus multiflorus* genauer studiert; dabei wurde gefunden, daß die Viscosität des Protoplasmas mit

fallender Temperatur zunimmt. Für Protisten (*Paramaecium*, *Stentor*, *Amoeba*) fand GREELEY (1904) bei Temperaturerniedrigung eine zunehmende Verfestigung des Protoplasmas. An Seeigeleiern hat HEILBRUNN (1920) mit Hilfe der Zentrifugierungsmethode den Einfluß der Kälte auf die Protoplasmaviscosität studiert: „Mit abnehmender Temperatur wird das Protoplasma immer weniger zäh . . . Bei — 3 ° C zeigen die Eier eine ausgesprochene Erniedrigung der Viscosität." Mit der Elektromagnetmethode hat HEILBRONN (1922) für Plasmodien von *Reticularia* nachgewiesen, daß unter dem Einflusse der Temperaturerniedrigung die Viscosität des Protoplasmas sinkt. Demnach besteht bei verschiedenen Organismen ein ganz entgegengesetztes Verhalten inbezug auf die Protoplasmaviscosität bei Temperaturerniedrigung. Die einzige genaue Angabe über Erhöhung der Viscosität bei Kälteeinwirkung bezieht sich auf die Befunde WEBERs (1916) an Schnitten von *Phaseolus*-Stengeln. Es wäre immerhin denkbar, daß unter den unnatürlichen Verhältnissen im mikroskopischen Schnitte die Protoplasten die Fähigkeit verlieren könnten, durch „Autoregulation" (HEILBRONN 1922) die Viscosität zu ändern bzw. konstant zu erhalten, und so wie die Plasmodien bzw. Seeigeleier unter annähernd natürlichen Verhältnissen dies tun, entgegen der rein physikalischen Erwartung, die Temperaturerniedrigung mit einer Viscositätserniedrigung zu beantworten. Die Frage, ob nicht etwa auch die Zellen höherer Pflanzen unter normalen Verhältnissen im Gewebsverbande imstande sind, bei Kälte die Viscosität des Protoplasmas zu erniedrigen, schien der Untersuchung wert.

Hauptversuchsobjekt waren wieder Epicotyle von *Phaseolus multiflorus*-Keimlingen (im Licht, im Warmhause gezogen); doch diesmal wurde nicht (wie 1916) mit Schnitten und der Fallmethode gearbeitet, sondern mit der Zentrifugierungsmethode und längeren intakten Stengelstücken, so wie dies WEBER (1922) beschreibt. Eine pathologische Änderung oder ebensolcher Verlust der Regulationsfähigkeit der Protoplasmaviscosität ist dabei nicht in Rechnung zu ziehen, da bei dieser Versuchsanordnung die „Kälte" auf vollkommen intakte, unverletzte, eingetopfte Keimlinge einwirkt und erst nach der Expositionszeit dem Keimling das entsprechende Stengelstück entnommen und dieses sofort zentrifugiert und dann erst geschnitten wird. Aus den Versuchsprotokollen können nur wenige Daten zur Erläuterung der Ergebnisse hier angeführt werden. Die Zentrifugierung wurde stets so vorgenommen, daß bei den Zellen aus den Kontrollkeimlingen, die sich bei einer Temperatur von ca. 19 ° bis 22 ° C befanden, eine Zentrifugierungsdauer von 1 Minute genügte,

um die Statolithen so zu verlagern, daß sie nachher alle der zentrifugalen Querwand angelagert befunden werden. Dies wurde bei jeder Versuchsreihe an Kontrollen stets mit gleichem Ergebnis festgestellt und daher in der folgenden Tabelle nicht eigens vermerkt; in dieser bedeutet im übrigen + völlige Verlagerung (wie eben beschrieben), — Stärkekörner gänzlich unverlagert, d. h. so wie vor dem Zentrifugieren an der physikalisch unteren Querwand, ± Statolithen auf der Wanderung zwischen zentripetaler und -fugaler Querwand, also eben in Verlagerung begriffen. Die Dauer der Abkühlung, der Zentrifugierung, des Wiedererwärmens bei Zimmertemperatur ist in Minuten angegeben.

Temperatur Celsius-Grade	Dauer der Abkühlung	Dauer des Zentrifugierens	Verlagerung der Statolithen	Dauer des Erwärmens	Dauer des Zentrifugierens	Verlagerung der Statolithen
— 2°	5	1	—			
— 2°	15	2	—			
— 2°	30	3	—			
— 2°	30	4	±	40	1	+
1°—2°	6	1	—			
2°	30	3	—			
2°	30	2	—	60	1	+
2°—3°	30	3	—	10	1	+
4°—5°	20	2	—	15	1	+
5°	45	3	±	20	1	+
2°—7°	24×60	3	±	5	1	+
3°—4°	48×60	2	—			

Das Ergebnis ist — wie aus dieser Tabelle ersichtlich — folgendes:

1. Niedere Temperaturen (— 2° bis etwa + 6° C) erhöhen bei einer Einwirkungsdauer von wenigen Minuten bis vielen Stunden die Viscosität des Protoplasmas der Stärkescheide-Zellen intakter *Phaseolus multiflorus* - Keimlinge in beträchtlichem Maße.
2. Diese Viscositätserhöhung ist reversibel; es wird bei Wieder-Erwärmen der Keimlinge bei Zimmertemperatur nach vorheriger Abkühlung in kurzer Zeit der frühere, dieser höheren Temperatur entsprechende Viscositätsgrad wieder angenommen.

3. Unverletzte *Phaseolus*-Keimlinge reagieren also bei Abkühlung in bezug auf die Protoplasmaviscosität ihrer Stärkescheide-Zellen im gleichen Sinne wie mikroskopische Schnitte durch die Keimstengel.

Eines besonderen Studiums würde jedenfalls der Einfluß des Zeitfaktors bei der Abkühlung bedürfen; es wäre einerseits möglich, daß auch bei höheren Pflanzen bei lange dauernder Abkühlung, die sich innerhalb biologischer Grenzen hält, entgegen der unmittelbaren physikalischen Bewirkung eine autoregulative Viscositätsänderung erfolgt; andererseits könnte aber auch nach rein kolloidchemischen Gesetzmäßigkeiten der Einfluß des Zeitfaktors von Bedeutung sein. LOEB (1922, p. 214) hat neuestens gezeigt, wie sich die Viscosität von Gelatinelösungen beim Stehen in sehr verschiedener Weise ändert: während sie bei 60 ° immer mehr abnimmt, bei 30 ° gleich bleibt, steigt sie bei 15 ° innerhalb 30 Minuten ganz gewaltig an. Die bisherigen Versuche geben sichere Anhaltspunkte weder für autoregulative Herabsetzung der Viscosität (bei *Phaseolus*) noch für kolloidchemischen Einfluß des Zeitfaktors; möglicherweise wird jedoch mit empfindlicherer Methode sich etwas derartiges nachweisen lassen.

Auch die „Klebrigkeit“, das Haftvermögen des Protoplasmas, wird durch Erniedrigung der Temperatur erhöht. WEBER (1921) hat darauf hingewiesen, daß das Loslösen des Protoplasten pflanzlicher Zellen von der Membran bei Plasmolyse unter der Einwirkung verschiedener Außenfaktoren sich recht verschieden gestaltet, und daß dabei jedenfalls auch die Viscositätsverhältnisse des Protoplasmas eine Rolle spielen. Es liegen hier bis zu einem gewissen Grade ähnliche Verhältnisse vor, wie sie beim Haftenbleiben (bzw. Losreißen) von Leucocyten an festen Unterlagen zu beobachten sind. Es hat neuestens FENN (1922) versucht, diese Eigenschaft (stickiness, adhesiviness) zu messen; dabei zeigte sich, daß bei sonst gleichen Bedingungen bei verschiedenen Temperaturen das Haftvermögen ungleich ist. Bei höherer Temperatur und dementsprechend größerer Fluidität wird das Haftvermögen herabgesetzt, und zwar vermutlich dadurch, daß sich die Protoplasten leichter losreißen vom Glas „leaving behind probably a thin film of protoplasm“. Auch LEWIS (1922) gibt an, wie bei Gewebekulturen die stark adhärierenden Zellen sich oft nur losreißen können „leaving slender, isolated fragments of cytoplasm adhering to the coverglass“. Bei Pflanzenzellen wurde ein solches Zurücklassen einer dünnen Protoplasmaschicht an der Membran bei Plasmolyse bei Hellfeldbeleuchtung

von HECHT (1912), bei Dunkelfeldbeleuchtung von HANSTEEN-CRANNER (1922) beobachtet. Nach diesen und ähnlichen Angaben war zu erwarten, daß sich bei Kälte der Plasmolysevorgang der Zeit und Form nach anders gestalten würde als bei normaler Zimmertemperatur. Dies konnte tatsächlich für verschiedene Objekte bestätigt werden. Hier ist jedoch nur kurz über Plasmolyse-Versuche mit Spirogyren zu berichten; ausführlichere Angaben bleiben einer geplanten Mitteilung über die Klebrigkeit des Protoplasmas vorbehalten.

Die Spirogyren (vermutlich *Spirogyra orthospira*) wurden seit dem Herbst in einem ungeheizten, lichten Zimmer kultiviert, wo sie sich sehr gut hielten, aber steril blieben; die Versuche wurden im Jänner durchgeführt; bei jedem kam eine Portion Algen in einer Schale in ihrem Kulturwasser vor das Fenster, wo sie (eventuell über einer Schnee-Salzmischung) der Kälte ausgesetzt waren; Temperatur der Kulturflüssigkeit 1°—3° C. Gleichzeitig wurde eine Vergleichsprobe gleich lang bei Zimmertemperatur gehalten; auch das Plasmolytikum (24 % Rohrzuckerlösung) wurde entsprechend abgekühlt bzw. erwärmt. Werden die kalten und die warmen Spirogyren gleichzeitig in das Plasmolytikum gebracht, so erfolgt der Beginn der Plasmolyse in der kalten Zuckerlösung bei den kalten Algen mindestens 5 Minuten später als bei den warmen in der warmen Lösung. Aber auch der Fortgang der Loslösung des Protoplasten ist bei den verschiedenen Temperaturen verschieden. Bei 2° C haftet das Protoplasma stärker an den Querwänden und vermag sich selbst noch bei weit fortgeschrittenem Grade der plasmolytischen Kontraktion nicht davon loszulösen oder bleibt doch wenigstens mit breiten, schon bei schwacher Vergrößerung sichtbaren Strängen mit der Membran in Verbindung. Bei Zimmertemperatur dagegen, wo sich der Plasmolysebeginn früher einstellt, findet das Loslösen auch von den Querwänden leicht und frühzeitig statt, und die Abrundung des Protoplasten wird durch keine bei Hellfeldbeleuchtung sichtbaren Plasmastränge behindert. [Für die Ausprägung dieser Unterschiede ist die Art des Plasmolytikums maßgebend; in der hier angedeuteten Weise sind sie nur in frisch bereiteten Zuckerlösungen zu beobachten; auch PRÁT (1922) gibt an, daß bei Spirogyren „sich der Protoplast gewöhnlich glatt von der Zellwand löst", da die „Adhäsion" nicht besonders groß zu sein scheint. Schon der auffallende Unterschied in der Loslösung von Quer- und Längswänden scheint übrigens dafür zu sprechen, daß es sich dabei nicht ausschließlich um Überwindung von Adhäsionskräften handelt.] Der verspätete Eintritt

der Plasmolyse bei niederer Temperatur wurde bereits in einer (mir im Original nicht zugänglichen) Arbeit von RYSSELBERGHE [Literatur bei KANITZ (1915)] beschrieben und auf eine Herabsetzung der Protoplasmapermeabilität zurückgeführt. Obwohl eine solche, wie auch aus neueren Arbeiten hervorgeht, zweifelsohne stattfindet, so scheint doch bei der Verzögerung des Plasmolysebeginns bei Kälte der bisher kaum beachtete Faktor der Zunahme des Haftvermögens auch eine Rolle zu spielen; nur HÖFLER (1918) hat darauf hingewiesen, daß die „Adhäsion des Protoplasten an der Zellwand" den Eintritt der Plasmolyse verzögern oder verhindern kann. Außer der Adhäsion ist dabei aber auch die Klebrigkeit und Viscosität beteiligt, weshalb bei Kälte die plasmolytischen Kontraktionsformen andere sind als bei Wärme. Daß auch bei den Versuchs-Spirogyren Kälte Erhöhung der Cytoplasmaviscosität bewirkt, läßt sich entnehmen aus eigens nach der von WEBER (1921) beschriebenen Weise vorgenommenen Zentrifugierungsversuchen: 8 Minuten einer bestimmten hohen Zentrifugalkraft ausgesetzt, wiesen die bei 20° gehaltenen Spirogyren in ca. 80 % ihrer Zellen verlagerten Inhalt (Chloroplastenband) auf, die bei 2° gehaltenen aber in nur ca. 10 %. Im übrigen muß auch durch die Erhöhung des Reibungswiderstandes des Protoplasmas infolge der Abkühlung der Wasserdurchtritt verlangsamt werden; von diesem Reibungswiderstand hat bereits KRABBE (1896) gesprochen und TRAUBE (1914) wies darauf hin: „Überall, wo der Zeitfaktor eine Rolle spielt, wird auch die Reibungskonstante (bei der Osmose) in Betracht kommen" [1]).

In letzterer Hinsicht läßt sich also zusammenfassend sagen: Außer der Viscosität wird durch die Kälte auch das Haftvermögen des Protoplasmas an der Membran erhöht, was beides bei Plasmolyse der Zeit und Form nach zum Ausdruck kommen muß.

Durch die Feststellung, daß bei niederen (*Spirogyra*) und höheren Pflanzen (*Phaseolus* Stärkescheidezellen und nach eigenen orientierenden Versuchen Coleoptilenzellen von *Avena* und *Sorghum*, sowie nach den Versuchen von NĚMEC Columellazellen von *Vicia faba*) Kälte die Viscosität des Protoplasmas erhöht, ist natürlich nichts ausgesagt gegen den entgegengesetzten Befund von HEILBRUNN (1920) und HEILBRONN (1922) an anderen Organismen.

1) Die von OSTERHOUT (1916) gegen die Annahme von SPAETH (daß Viscositätszunahme der Plasmahaut Abnahme der Permeabilität bewirkt) erhobenen Einwände gründen sich wohl nicht auf wirkliche Viscositätsbestimmungen.

Die den physikalischen Gesetzen zunächst zuwiderlaufend erscheinende Viscositätserniedrigung bei Kälte, welche die zuletzt genannten Autoren beobachtet haben, wird sich aber wohl auch einmal kolloidchemisch erklären lassen; es spielen hierbei jedenfalls sekundär andere Faktoren eine Rolle wie Permeabilitäts- oder Stoffwechselintensitäts-Änderungen, und man wird nach den wichtigen Arbeiten LOEBs (1922) vor allem an dadurch bedingte Änderungen der Wasserstoffionenkonzentration denken, die für das kolloide Verhalten so bedeutungsvoll sind.

Literatur.

FENN, W. O., 1922, The adhesiviness of leucocytes to solid surfaces. Jour. gener. Phys. 5.

GREELEY, A. W., 1904, Experiments on the physical structure of the protoplasm, Biolog. Bull. 7.

HANSTEEN-CRANNER, B., 1922, Zur Biochemie und Physiologie der Grenzschichten lebender Pflanzenzellen. Meld. Norges Landbruksh. 2.

HECHT, K., 1912, Studien über den Vorgang der Plasmolyse. Beitr. Biolog. Pflanz. 11.

HEILBRONN, A., 1922, Eine neue Methode zur Bestimmung der Viscosität lebender Protoplasten. Jahrb. wiss. Bot. 61.

HEILBRUNN, L. V., 1920, The physical effect of anesthetics upon living protoplasm. Biol. Bull. 39.

HÖFLER, K., 1918, Eine plasmolytisch-volumetrische Methode. Denkschrift Ak. Wiss. Wien, 95.

KANITZ, A., 1915, Temperatur und Lebensvorgänge. Berlin.

KRABBE, G., 1896, Über den Einfluß der Temperatur auf die osmotischen Vorgänge lebender Pflanzenzellen. Jahrb. wiss. Bot. 29.

LEWIS, W. H., 1922, The adhesive quality of cells. Anatom. record 23.

LOEB, J., 1922, Proteins and the theory of colloidal behavior. New York.

NĚMEC, B., 1901, Über die Wahrnehmung des Schwerkraftreizes bei den Pflanzen. Jahrb. wiss. Bot. 36.

OSTERHOUT, W. J. V., 1916, Permeability and Viscosity. Science N. S. 43.

PRÁT, S., 1922, Plasmolyse und Permeabilität. Biochem. Ztschr. 128.

TRAUBE, J., 1914, Über den Einfluß der Reibung und Oberflächenspannung bei biologischen Vorgängen. Intern. Ztschr. physikal. chem. Biol. 1.

WEBER, F. u. G., 1916, Die Temperaturabhängigkeit der Plasmaviscosität. Diese Ber. 34.

—, F., 1921, Das Fadenziehen und die Viscosität des Protoplasmas. Österr. bot. Ztschr.

—, F., 1921, Zentrifugierungsversuche mit ätherisierten Spirogyren. Bioch. Ztschr. 126.

—, F., 1922, Reversible Viscositätserhöhung des lebenden Protoplasmas bei Narkose. Diese Ber. 40.

---

32. Adalbert Blochwitz: Eine allgemeine Ursache spontaner Verlustmutationen bei Schimmelpilzen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 23. Februar 1923. Vorgetragen in der Märzsitzung 1923.)

Von einem rein grünen Stamm des *Aspergillus versicolor* (Vuillemin) Tiraboschi[1]) hatte ich 1913 aus bestimmten Gründen mehrere Gelatineplatten ausgesät, auf deren drei, offenbar von einer Nadel stammend, unter rein grünen sich auch eine größere Anzahl rein blauer Kolonien fand, welche auf den ersten Blick eine neue Spezies als Verunreinigung vortäuschten — ein so reines Blau war im Gebiete der Gattung bisher nicht bekannt —, welche indes mit den übrigen Kolonien morphologisch und physiologisch vollkommen übereinstimmten. Ein Rückschlag ist in mehr als 40 Generationen, in zahllosen physiologischen Versuchen, unter den verschiedensten Lebensbedingungen niemals eingetreten. Wie ich bereits früher festgestellt hatte, setzt sich bei den meisten *Aspergillus*-Spezies die Konidienfarbe zusammen aus zwei Farbstoffen, deren einer im Zellinhalt, der andere in der Wand enthalten ist. So enthält *Asp. versicolor* ebenso wie *A. fumigatus*, *A. glaucus* u. a., *Penicillium glaucum* einen blauen Farbstoff im Inhalt, einen gelben, bei größerer Intensität und alkalischer Reaktion braunen Farbstoff in der Wand. *A. flavus* einschl. *A. Oryzae* besitzt denselben Wandfarbstoff, im Inhalt einen grünen. Das Mengenverhältnis beider Farbstoffe wechselt nicht nur mit dem Alter der Konidien und physiologischen Einflüssen, sondern ist gemäß den Grundgesetzen der Variabilität bei Schimmelpilzen auch bei verschiedenen Stämmen derselben Art konstant verschieden. So gibt es auch bei *A. glaucus* und *Pen. glaucum* eine kontinuierliche Reihe von blaugrünen, ja anfangs sogar rein blauen Stämmen bis zu gelb- bzw. braungrünen, im Alter graubraunen. Im vorliegenden Falle war der gelbbraune Wandfarbstoff verschwunden.

Es fragte sich zunächst, ob dies zufällig oder aus bestimmter Ursache eingetreten war. Als Ursache bestanden zwei Möglichkeiten: Die Konidien waren unreif infolge ungeeigneter Ernährung oder vorzeitigen Eintrocknens der aus Japan eingesandten Kultur; sie waren zugleich alt — allerdings nur 2 Jahre, für *A. versicolor* kein hohes

1) Der Name stammt zwar von VUILLEMIN; die einzige richtige, wenn auch nicht ausreichende Beschreibung dieses sehr gemeinen Pilzes mit zahllosen Synonymen hat aber TIRABOSCHI gegeben, der darum auch als Autor zu gelten hat.

Alter, wie die oft wiederholten Keimversuche später ergaben. Die Unreife der Konidien mußte als Ursache ausscheiden sowohl auf Grund der Kenntnis ihrer morphologischen Eigentümlichkeiten wie auf Grund angestellter Versuche. 1921 ergab eine 9 Jahre alte Kultur desselben Stammes bei Aussaat auf Platten wie beim einfachen Überimpfen ausschließlich blaue Köpfchen. Daraus geht hervor, daß *Aspergillus*-Konidien, kurz bevor sie ihre Keimfähigkeit vollständig einbüßen, die Fähigkeit zur Ausbildung gewisser Farbstoffe verlieren können, und zwar nicht zufällig einzelne Konidien, sondern alle, also gesetzmäßig. Es fragte sich weiter, ob ein solcher Verlust eintreten kann oder eintreten muß bei allen Stämmen derselben Art oder gar bei allen Spezies. Es mußten also alle meine ca. 60 Stämme daraufhin geprüft werden. Ein *A. glaucus*, ein typischer Stamm ohne besondere Eigentümlichkeiten, ergab nach gleichfalls fast 9 Jahren stets und nur völlig farblose Köpfchen; er hatte beide Konidien-Farbstoffe verloren; bei 4 Stämmen des *A. ochraceus* dagegen konnte bisher nichts erzielt werden, obwohl nur noch wenige Konidien keimten. Es erhob sich weiterhin die Frage, ob nur Konidien solche Fähigkeiten, solche Erbanlagen einbüßen können oder auch Ascosporen, die länger keimfähig bleiben. Sonst hat sich ein Unterschied in der Fähigkeit zur Weitervererbung zwischen Konidien und Sporen bisher nie gezeigt; meine Kulturvarietäten bilden keine Perithecien.

Eigentümlicherweise geht mit dem Verlust an Konidienfarbstoff auch ein völliger oder fast völliger Verlust an Mycelfarbstoff einher, doch auch nur einzelner, nicht notwendig aller Mycelfarbstoffe. So war bei dem blauen *A. versicolor* der in Säure gelbe, in Alkalien rote Stoff, bei dem farblosen *A. glaucus* der in Alkalien violett lösliche, in Säuren braun fällbare Mycelfarbstoff nicht mehr bzw. kaum noch nachweisbar. Dagegen waren andere Mycelfarbstoffe neu aufgetreten, oder es wurden Farbstoffe, die im Ausgangsmaterial schon vorhanden, jetzt in vermehrter Menge ausgebildet. Bei einem andern Stamm des *A. versicolor* waren nach 7 Jahren nicht die Konidienfarbstoffe verloren, wohl aber der erwähnte Mycelfarbstoff nur noch in geringer Menge produziert. Könnte dieser stufenweise Verlust nicht ein Licht werfen auf das oben erwähnte Grundgesetz, daß bei ungeschlechtlicher Vermehrung verschiedene Stämme derselben Spezies in allen variablen, quantitativen Eigenschaften ganz konstant oft ungeheure Dimensions- und Intensitätsunterschiede besitzen bis zum völligen Fehlen? Es erhob sich also weiter die Frage, ob auch andere Eigenschaften verloren werden können, etwa die Fähigkeit zur Ausbildung ge-

wisser Enzyme, wie ja manchen Spezies, manchen Stämmen Enzyme fehlen, die andern zukommen. Solche Änderungen sind natürlich nicht so einfach festzustellen; Farbenänderungen verraten sich sofort. Lebensnotwendige Eigenschaften kann ein Pilz natürlich nicht verlieren. Es hat sich bisher auch kein Beispiel dafür finden lassen, daß morphologische Eigenschaften, Formeigentümlichkeiten verschwinden, etwa die Emergenzen, welche bei manchen Spezies die Wand des Stieles oder der Konidie aufweist, welche doch gewiß entbehrlich wären. Es liegt nahe, daß solche Formeigentümlichkeiten fester gehalten werden als Eigenschaften des Stoffwechsels. Auch die erbliche Anlage zur Luftmycelbildung — als erworbene Eigenschaft — verliert sich nicht mit dem Alter der Konidien. Dagegen scheinen gewisse Beobachtungen darauf hinzudeuten, daß die Konidien im Alter die Fähigkeit zur Ausbildung von Sclerotien einbüßen, und das vermöchte die auffällige Tatsache zu erklären, daß es bei jeder Spezies Stämme gibt, welche leicht oder gar fast immer und reichlich Sclerotien ausbilden, während andere Stämme nur schwer und selten und in geringer Zahl, wieder andere aber nie, durch keine noch so günstige Wahl der Bedingungen dazu zu bringen sind — entsprechend dem erwähnten Grundgesetz über Variabilität der Schimmelpilze.

Auf die Möglichkeiten der Entstehung neuer Arten bzw. Varietäten in der Natur vermögen diese Tatsachen zweifellos ein Licht zu werfen; denn die Veränderung ist vollkommen spontan, durch keinerlei abnorme Reize, Gifte o. ä. hervorgerufen; und in der Natur kann es gewiß unter Umständen sehr lange dauern, bis eine im Staub abgelagerte Konidie einmal auf einen Nährboden gelangt, wenn sie nicht zuvor durch Regen vernichtet wurde. Ich hatte angefangen, Staub daraufhin zu verarbeiten, welcher seit undenklichen Zeiten trocken gelagert hatte. Es sei noch darauf hingewiesen, daß solche Änderungen der Konidienfarbe auch aus andern, unbekannten Ursachen spontan eintreten können und auch außerhalb der Laboratorien zweifellos eingetreten sind: Ein *A. flavus*, anfangs von typischer grüner Färbung, hat im Laufe mehrerer Generationen in wenigen Jahren den grünen Farbstoff ganz allmählich verloren, den gelbbraunen Wandfarbstoff dagegen gleichzeitig ganz enorm vermehrt — und zwar in zwei Parallelreihen ganz gleich, also nicht zufällig, sondern gesetzmäßig, unter stets normalen günstigen Bedingungen. Hier sprechen gewisse Gründe dafür, daß eine Tendenz zu dieser Änderung, eine Zielstrebigkeit, von vornherein vorhanden war. Andere Stämme haben auch in einer langen Reihe von Generationen unter denselben Kulturver-

hältnissen keine Änderung der Färbung erkennen lassen. Es sei hierzu bemerkt, daß ich die Färbung der Kulturen stets so genau beobachtet und im Gedächtnis behalten habe, daß ich meine verschiedenen Stämme einer Art an Nuancenunterschieden unterscheiden kann, ferner, daß überall alte „Stammkulturen" aufbewahrt wurden, um jederzeit wieder einen Vergleich zu ermöglichen. Ein *Aspergillus* aus Japan, den sonst niemand für einen *A. flavus* gehalten hätte, zeigt nun die gleichen Eigentümlichkeiten in der Färbung. Erforderlich zur Erzielung solcher allmählichen Änderungen sind annähernd gleiche Lebensbedingungen für alle Generationen.

---

33. Leo Brauner: Über den Einfluß der Koleoptilspitze auf die geotropische Reaktion der Avenakeimlinge.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 28. Februar 1923. Vorgetragen in der Märzsitzung 1923.)

Nachdem die Arbeiten von BOYSEN-JENSEN, PÁAL und STARK einigermaßen sicher erwiesen hatten, daß die Leitung photo- und geotropischer Reize in Gramineenkoleoptilen durch die Diffusion wachstumsregulierender Stoffe aus der Spitze nach der Basis vermittelt wird, lag es nahe, zu untersuchen, worin die primäre Wirkung des Reizes besteht. Es war dabei vorerst an zwei Möglichkeiten zu denken, erstens an eine Beeinflussung der Bildung der Regulationsstoffe in der Spitze, und zweitens an eine Permeabilitätsänderung der Diffusionsbahn (2. 4.), wodurch sich die Ausbreitungsgeschwindigkeit dieser Substanzen ändern mußte. Diese beiden Faktoren konnten natürlich auch zusammenwirken. Endlich war eine Veränderung der Wachstumsstoffe in der Diffusionsbahn in Betracht zu ziehen. (2.)

In einer früheren Arbeit (1.) hatte ich den Nachweis zu erbringen versucht, daß die ungereizte Koleoptilspitze von *Avena sativa* imstande ist, die Reaktion im **phototropisch** gereizten Stumpf auszulösen, während belichtete spitzenlose Stümpfe ungekrümmt bleiben. Die vorliegende Untersuchung behandelt dieselbe Frage beim **Geotropismus.**

Die Versuchsanordnung war im wesentlichen dieselbe geblieben. Etiolierten *Avena*keimlingen war bei rotem Licht die Spitze 3 mm weit abgenommen worden, und zwar derart, daß das

gekürzte Primärblatt den Stumpf etwa 1 mm überragte. Die Spitzen wurden in genau senkrechter Lage aufbewahrt, was sich wieder am besten durch Aufsetzen auf feuchtes Filtrierpapier erreichen ließ. Nun wurde der Stumpf zur geotropischen Reizung 10 Minuten lang horizontal gelegt, dann wieder vertikal gestellt und jetzt die Spitze, ohne während der Operation ihre senkrechte Lage zu verändern, dem Stumpf wieder aufgesetzt. Zuweilen wurde noch durch einen Wassertropfen für guten Kontakt der Wundflächen gesorgt. Dabei hielt die Adhäsion die Spitze genügend fest, so daß von der Verwendung von Gelatine abgesehen werden konnte. Allerdings muß die Dampfsättigung im Versuchsraum so reguliert werden, daß einerseits das Austrocknen der zarten Spitze vermieden wird, andererseits aber auch die Guttation nicht derart überhand nimmt, daß dadurch die Spitze hochgehoben wird. Gegen Ende des Versuches hebt das inzwischen gewachsene Primärblatt regelmäßig die Spitze vom Stumpf ab, doch scheint dies dann nicht mehr zu schaden, da erfahrungsgemäß ein halbstündiger guter Kontakt das Gelingen der Reaktion verbürgt. — Die Operationen wurden bei schwachem roten Licht ausgeführt, danach verblieben die Keimlinge völlig im Dunkeln. Nach drei Stunden erfolgte die Ablesung.

Die Versuche gliederten sich in drei Serien. Zuerst mußte geprüft werden, wie die geotropische Krümmung der intakten Keimlinge nach 10 Minuten langem Horizontallegen verläuft. Dann war zu untersuchen, ob und zu welchem Prozentsatz sich Keimlinge nach der gleichen Präsentationszeit krümmen, denen vorher eine 3 mm lange Spitzenzone abgenommen worden war. Und schließlich wurde die Reaktion an Keimlingen verfolgt, welche, wie oben beschrieben, die vorerst entfernte Spitze nachträglich wieder aufgesetzt bekommen hatten.

Das Ergebnis war folgendes[1]): Bei der ersten Serie waren von 33 intakten Keimlingen nach 3 Stunden 29, also 87,9 % deutlich negativ geotropisch gekrümmt. — Die zweite Serie, in der dekapitierte Koleoptilen gereizt wurden, zeigte, daß sich von 33 Keimlingen nur 9 (27,3 %) gekrümmt hatten. Daraus geht hervor, daß die Versuchsbedingungen beim Geotropismus ungünstiger liegen als beim Phototropismus, da es ja durch geeignete Wahl der Lichtmenge möglich gewesen war, die intakten Keimlinge zu 100 % reagieren zu lassen, während die dekapitierten sämtlich ungekrümmt geblieben waren. Bei diesen Versuchen nun hatte Ver-

1) Die genauen Versuchsprotokolle werden gerne zur Verfügung gestellt.

ringerung der Präsentationszeit unsichere Reaktionen selbst der intakten Keimlinge zur Folge, während eine Verlängerung den Prozentsatz der gekrümmten spitzenlosen Pflänzchen erheblich vergrößerte. Doch konnte ich mich mit dem Verhältnis 87,9 zu 27,3 begnügen, da das Ergebnis der dritten Serie klar genug war. Das Wiederaufsetzen der ungereizten Spitze hatte den Erfolg, daß von 33 Versuchspflanzen 24, also 72,9 % deutlich reagierten, so daß sich jetzt die Reihe 87,9 : 72,7 : 27,3 ergab. Fig. 1 gibt dieses

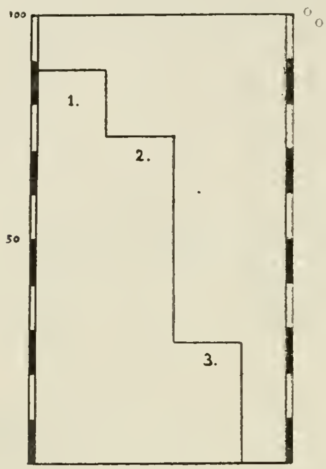


Fig. 1.

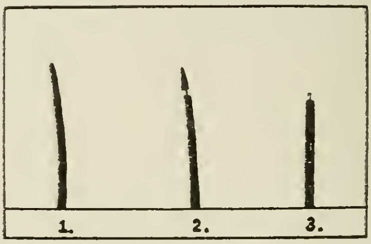


Fig. 2.

Verhältnis graphisch wieder, Fig. 2 (nach einer Photographie) zeigt den Reaktionserfolg eines Einzelversuches.

Aus diesen Versuchen scheint hervorzugehen, daß die Koleoptilspitze beim Geotropismus ähnlich wirkt wie beim Phototropismus. Sie ist befähigt, die Reaktion im gereizten Stumpf auszulösen, auch wenn sie selbst ungereizt geblieben war. Daraus kann man schließen, daß der Reiz die Bildung der Regulationsstoffe nicht notwendig beeinflussen muß, um asymmetrisches Wachstum hervorzurufen. Daher wird man wohl auch beim Geotropismus mit einer primären Permeabilitätsänderung des Diffusionsweges zu rechnen haben, die dann die Wanderungsgeschwindigkeit der herabströmenden Stoffe asymmetrisch verändert. — Damit stimmen auch die Versuchsergebnisse von J. SMALL (3.) gut überein, der derartige Permeabilitätsänderungen an geotropisch gereizten Bohnenwurzeln auf elektrischem Wege feststellen konnte. Dagegen scheinen solche Versuche im Widerspruch mit dieser Annahme zu stehen, bei denen sich ein Reiz von der Spitze in den ungereizten Stumpf hinab

fortpflanzt. Doch muß man dabei folgendes bedenken: Das exponierte Spitzenstück hatte stets eine verhältnismäßig bedeutende Länge (bei Páal z. B. bis zu 5 mm) und eine so ausgedehnte Zone stellt sicher nicht nur den Produktionsort der Reizstoffe dar. Denn dieser ist vielleicht nur in der Epidermis der äußersten Spitze gelegen, die drüsigen Charakter — auffallenden Plasmareichtum und große Zellkerne — aufweist. Das darunterliegende Gewebe wäre dann also schon ein Teil der Diffusionsbahn und damit die Schleuse, welche durch die vom Reiz verursachte Permeabilitätsänderung das Herabströmen der Wachstumsstoffe in den ungereizten Stumpf regelte.

In einer demnächst erscheinenden größeren Arbeit werde ich zu zeigen versuchen, daß solche Permeabilitätsänderungen in der „Spitze" tatsächlich nachweisbar sind.

Berlin-Dahlem, 27. Februar 1923.

Literatur.

1. Brauner, L., Lichtkrümmung und Lichtwachstumsreaktion. Ztschr. f. Bot. 1922/14, S. 540.
2. Páal, C., Über phototropische Reizleitung. Jahrb. wiss. Bot. 1914/58, S. 448.
3. Small, J., Changes of Electrical conductivity under Geotropic stimulation. Proc. R. Soc. London 1918, Ser. B.
4. Tröndle, A., Einfluß des Lichtes auf die Permeabilität der Plasmahaut. Jahrb. wiss. Bot. 1910/48, S. 227.

---

34. Wilhelm Nienburg: Zur Entwicklungsgeschichte der Helgoländer Haplospora.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 1. März 1923. Vorgetragen in der Märzsitzung 1923.)

Einleitung.

Die kleine Phaeosporeenfamilie der Tilopteridaceae hat den Algologen schon mancherlei Kopfzerbrechen gemacht. Ihre Eigentümlichkeit besteht darin, daß sie neben plurilokulären Sporangien, wie sie für die Phaeosporeen charakteristisch sind, noch rundliche, einzellige Sporangien bilden, aus denen eine große unbewegliche Spore hervorgeht, die sogenannte Monospore. Über die Natur dieser Gebilde ist man sich auch heute trotz vielfacher Bemühungen

noch nicht klar. Nach der Auffassung von REINKE (1889) verstecken sich unter dem Begriffe „Monosporen“ Organe von ganz verschiedener morphologischer Bedeutung. Sie sollen einerseits Eier sein, die durch Spermatozoiden befruchtet werden, die in den sogenannten plurilokulären Sporangien gebildet sind, und andererseits ungeschlechtliche Sporen, die den sogenannten Tetrasporen der Dictyotaceen entsprechen. REINKE ist durch das Studium der in der Ostsee vorkommenden Tilopteridaceen *Haplospora* und *Scaphospora* zu dieser Vorstellung gekommen. Er fand nämlich, daß *Haplospora* nur membranbekleidete, ungeschlechtliche Monosporen mit vier Kernen erzeugte und keine plurilokulären Sporangien, *Scaphospora* dagegen membranlose einkernige Monosporen und plurilokuläre Sporangien. Die letzteren hält er für Antheridien, deren Spermatozoiden die Monosporen von *Scaphospora* befruchten, die also Eier wären. Er hat diesen Befruchtungsvorgang leider nicht beobachten können, ihn aber doch sehr wahrscheinlich gemacht. Die Entwicklung der befruchteten Eier stellt sich nun REINKE so vor, daß aus ihnen nicht wieder eine *Scaphospora* hervorgeht, sondern eine *Haplospora* mit ungeschlechtlichen Monosporen, die ihrerseits wieder neue *Scaphospora*pflanzen erzeugen würden. Wir hätten also einen typischen Generationswechsel vor uns zwischen einer geschlechtlichen und einer ungeschlechtlichen Form, und die beiden Gattungen *Haplospora* und *Scaphospora* müßten zu einer zusammengezogen werden: *Scaphospora speciosa* wäre nur die Geschlechtsform von *Haplospora globosa*, wie *Cutleria* die Geschlechtsform von *Aglaozonia* ist.

Später ist SAUVAGEAU (1896, S. 243, 1899, S. 130) dieser Auffassung entgegengetreten. Er hält die Monosporen durchweg für eine Art Brutknospen, vergleichbar denen der Sphacelariaceen. KYLIN (1917, S. 302) sagt aber mit Recht, die Tatsache, daß die Monosporen bei *Haplospora* membranbekleidet und vierkernig, bei *Scaphospora* aber membranlos und einkernig seien, spreche doch sehr dafür, daß es sich dabei um verschiedenartige Organe handelt. Auch OLTMANNS (1922, S. 174) ist dieser Meinung, betont aber, daß erst neue zytologische und experimentelle Untersuchungen die Entscheidung bringen können.

Unter diesen Umständen war es mir sehr willkommen, als ich am 30. Mai 1922 auf den Kalbertanklippen der Helgoländer Düne ein kräftiges Büschel von *Haplospora globosa* mit zahlreichen Monosporen fand. Eine Untersuchung der Helgoländer *Haplospora* mußte deshalb besonders interessant sein, weil nach allem, was wir wissen, bei Helgoland nur die *Haplospora*form vorkommt, die *Scapho-*

*spora*form dagegen fehlt. Zuerst hat REINBOLD (1889) nach REINKE (1889) *Haplospora* bei Helgoland gefunden. *Scaphospora* wird nicht erwähnt. Auch in seiner Liste der Helgoländer braunen und roten Algen hat REINKE (1891) *Scaphospora* nicht aufgeführt. Ebensowenig KUCKUCK in seinen den „Bemerkungen zur marinen Algenvegetation von Helgoland" angefügten Listen neu gefundener Algen. Auch in dem von KUCKUCK zusammengebrachten Herbar Helgoländer Meeresalgen, das sich in der Biologischen Anstalt befindet, sind nur Exemplare von *Haplospora* aber keine von *Scaphospora* vorhanden. Ich selbst habe diese Alge gleichfalls nie gefunden.

Die Helgoländer *Haplospora* gibt also neben den schon erwähnten Problemen noch neue Rätsel auf. Wenn die REINKEsche Deutung richtig ist, und *Haplospora-Scaphospora* nur zwei Formen einer Pflanze sind, so müssen die befruchteten Eier von *Scaphospora* diploid sein, und in den Entwicklungsgang der *Haplospora-Scaphospora* muß dann irgendwo eine Reduktionsteilung eingeschaltet sein. Nach der Annahme von KYLIN (1917, S. 301) wird diese wahrscheinlich bei der Bildung der Monosporen der *Haplospora* stattfinden. Dafür spricht das ziemlich regelmäßige Auftreten von 4 Kernen in ihnen, also von zwei schnell aufeinander folgenden Kernteilungen ohne Wandbildung, wie sie ja auch sonst bei Reduktionsteilungen üblich sind. Was wird nun aber, wenn, wie in Helgoland, die geschlechtliche Generation ausfällt? Jedenfalls wird man erwarten müssen, daß dann auch die Reduktionsteilung ausfällt. Ob die *Haplospora* dabei diploid oder haploid in bezug auf die *Scaphospora* ist, wird davon abhängen, ob die Helgoländer Pflanzen ursprünglich aus befruchteten oder unbefruchteten *Scaphospora*eizellen hervorgegangen sind.

Als ich an die zytologische Untersuchung des von mir gesammelten Materials ging, erwartete ich denn auch nichts anderes, als daß sich in den Monosporen die gewöhnlichen somatischen Kernteilungen finden würden. Zu meiner Überraschung waren die Verhältnisse aber komplizierter als ich gedacht hatte.

Untersuchungsergebnisse.

Das mit schwacher FLEMMINGscher Lösung fixierte und mit Hämatoxylin-Eisenalaun gefärbte Material enthielt zahlreiche Monosporen in allen Entwicklungsstadien. Kernteilungen waren aber verhältnismäßig sehr selten, so daß ich nach einzelnen Stadien lange suchen mußte. Die junge Monospore enthält einen großen Kern mit einem Nukleolus und einem zarten netzartigen Spirem (Fig. 1). In den Prophasen der ersten Teilung verdickt sich dieses

Spirem und erfüllt den ganzen Kern mit einem mäanderartig eng ineinander geschlungenen Fadensystem (Fig. 2). Ob dieses Fadensystem einfach oder doppelt ist, ließ sich nicht ermitteln. Darauf ziehen sich die Fäden, während der Kern etwas an Größe zunimmt, auf die eine Kernseite zurück (Fig. 3). Dabei müssen sie sich stark verkürzen, denn die vorher ganz unentwirrbaren Fäden sind jetzt teilweise gut zu verfolgen, trotzdem sie auf einen kleineren

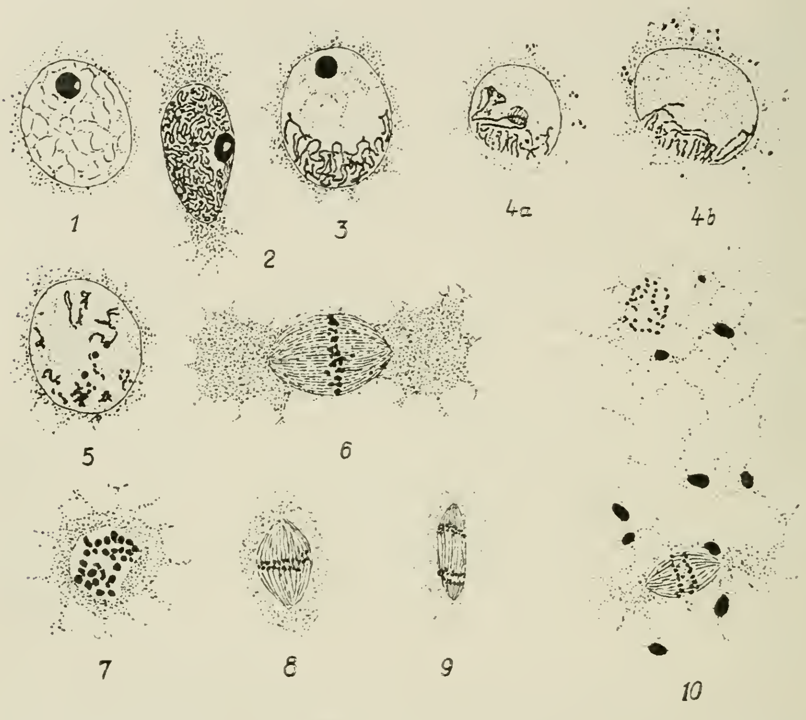


Abb. 1. Kernteilungen in der Monospore von *Haplospora globosa*. Gezeichnet mit dem Abbeschen Zeichenapparat in Tischhöhe unter Zeiss Homogen. Immers. 2 mm Apart. 1·30 mit Kompensationsokular 8.

Raum zusammengedrängt sind. Man erkennt, daß die Fäden jetzt einfach und oft zu schleifenartigen Gebilden ausgezogen sind, die manchmal umeinander gedreht sein können (Fig. 3, 4a und b). Dabei zeigen die Fäden bei stärkerer Differenzierung eine deutlich körnige Struktur (Fig. 4a und b). Die Fäden scheinen nun in einzelne Teile zu zerfallen, die sich über den ganzen Kernraum verteilen (Fig. 5). Sie haben teils körnige, teils fädige Struktur, und in diesem Fall sind gelegentlich Doppelfäden zu konstatieren (Fig. 5), die wahrscheinlich von den Schleifenbildungen des vorher-

gehenden Stadiums herrühren. Darauf bildet sich die Kernspindel aus mit den Chromosomen in der Äquatorialplatte (Fig. 6). In der Polansicht kann man jetzt 28—30 auffallend dicke Chromosomen zählen (Fig. 7). Mit Beginn der Anaphase spalten sie sich in kleinere Teilstücke (Fig. 8). Die späteren Stadien der ersten Kernteilung (Fig. 9) zeigen nichts besonderes. Andeutungen von Centriolen wurden hin und wieder beobachtet, aber so undeutlich, daß ich mir nicht klar darüber geworden bin, ob sie regelmäßig vorkommen. Nach der ersten Teilung folgt ein kurzes Ruhestadium der Tochterkerne, die etwas kleiner sind als der Primärkern, aber sonst dieselbe Struktur aufweisen. Dann setzt simultan die zweite Teilung ein. In Fig. 10 ist oben der eine Kern in der Polansicht der Metaphase zu sehen und unten in der Äquatoransicht der beginnenden Anaphase. In der Polansicht zählt man wieder deutlich etwa 30 Chromosomen, die aber erheblich kleiner sind als bei der ersten Teilung. Nach Abschluß der zweiten Teilung und der Ausbildung der Ruhekerne ist das Reifestadium der Monospore eingetreten. Sie schlüpft dann aus, um sofort zu keimen.

Ich habe diese Keimung an fixiertem und lebendem Material verfolgt. An fixiertem Material von den ersten beiden Tagen war von weiteren Kernteilungen nichts zu sehen. An den lebenden Keimlingen zeigte sich ein auffallender Unterschied gegenüber den Beobachtungen von REINKE (1889). In seinen Kulturen teilte sich die vierkernige Spore sofort in einen Komplex von vier Zellen, die je einen Kern enthalten. Als abnorme Fälle bezeichnet er diejenigen, wo die vierkernige Spore, ohne sich zuerst in vier Zellen zu teilen, eine rhizoidenartige Verlängerung treiben. In meinen Kulturen war nun dieser REINKEsche Ausnahmefall durchweg die Regel. Die Hunderte von Keimlingen, die ich gesehen habe, trieben alle einen langen Keimschlauch, ehe sich in der Spore Teilungen zeigten. Später entwickelten sie sich aber ganz ähnlich wie REINKE das beschrieben hat, so daß ich seinen Angaben nichts wesentliches hinzuzusetzen habe. Die Keimlinge bis zur Entwicklung von Fortpflanzungsorganen zu ziehen, ist mir leider ebensowenig wie REINKE gelungen.

Besprechung der Ergebnisse.

Wer die oben dargestellte Entwicklung der *Haplospora*-Monosporen verfolgt, wird sich dem Eindruck nicht entziehen können, daß es sich dabei um eine typische Reduktionsteilung handelt. Vor allem ist das Synapsisstadium durchaus klar und charakteristisch ausgebildet (Fig. 3 und 4). Die langgestreckten Schleifen, die den

von YAMANOUCHI (1909) für *Fucus* beschriebenen ähneln, sprechen dafür, daß sich die Chromosomen in den Prophasen, die nicht deutlich verfolgt werden konnten, hintereinander zu einem einzigen Fadensystem anordnen, daß also eine „Metasyndese“ wie bei *Fucus* vorliegt. Die Schleifen in der Synapsis würden dann immer einem Chromosomenpaar entsprechen, die sich in der Diakinese zu Doppelchromosomen zusammenziehen. Auch davon sind Andeutungen vorhanden. Denn das Stadium der Fig. 5 wird man als ein allerdings nicht sehr klares Bild einer Diakinese ansehen müssen. An einzelnen Stellen erkennt man jedenfalls die Doppelnatur der sich zusammenziehenden Chromatinelemente mit Sicherheit. Dem entspricht, daß die in der Äquatorialplatte der ersten Teilung auftretenden Chromosomen ganz auffallend groß sind (Fig. 7). Man kann deutlich 28—30 Chromosomen zählen. Bei der darauf erfolgenden Teilung sind die auseinanderrückenden Chromosomen erheblich kleiner (Fig. 8 und 9). Die für dieses Stadium wenigstens bei den höheren Pflanzen charakteristische parallelogrammartige Anordnung, die durch die schon vorbereitete Längsspaltung der Einzelchromosomen hervorgerufen wird, lassen sie nicht erkennen. Nach dem Ruhestadium setzt die zweite Teilung ein, und man findet wieder etwa 30 Chromosomen, die halb so groß sind wie bei der ersten Teilung.

Ich habe mich lange dagegen gesträubt, in diesen Vorgängen eine Reduktionsteilung zu sehen, weil, wie oben auseinandergesetzt ist, bei der Helgoländer *Haplospora* keine Sexualform bekannt ist. Das bloße Vorkommen synapsisartiger Kernbilder braucht noch nicht beweisend für das Vorhandensein einer Reduktionsteilung zu sein. Wir kennen ja von zahlreichen parthenogenetischen höheren Pflanzen Beispiele, wo mitten in der Reduktionsteilung eine Umkehr zu gewöhnlicher somatischer Teilung erfolgt. Auch das erwähnte Fehlen der Chromosomenlängsspaltung in der ersten Teilung schien mir zunächst dafür zu sprechen, daß die Reduktionsteilung zwar eingeleitet, aber im letzten Augenblick durch Zerfall der Doppelchromosomen in der Metaphase und darauf erfolgende typische Teilung der Einzelchromosomen wieder rückgängig gemacht würde. Mit dieser Auffassung ließ sich aber der Befund bei der zweiten Teilung nicht vereinigen. Hier müßte in diesem Fall unbedingt die diploide Chromosomenzahl wieder auftreten, man müßte also 56—60 Chromosomen zählen. Es sind aber, wie wir gesehen haben, nur etwa 30. Es bleibt also gar kein anderer Ausweg als die Annahme, daß bei der Monosporenbildung der Helgoländer *Haplospora* eine typische Reduktionsteilung auftritt.

Da aber Chromosomenreduktion ohne ausgleichenden Sexualakt undenkbar ist, so heißt das, daß die Sexualform von *Haplospora* auch bei Helgoland vorhanden sein muß. Ob es wirklich die *Scaphospora* ist, scheint mir zweifelhaft. Sie wäre doch wahrscheinlich in den langen Jahren, in denen die Helgoländer Algenflora durchforscht ist, der Beobachtung nicht entgangen. Vielleicht gibt es auch bei dieser Alge eine sexuelle Zwerggeneration, wie wir sie jetzt schon von verschiedenen Phaeosporeen kennen. Diese Frage wird sich nur durch Kulturen lösen lassen, die aber nach REINKEs und meinen Erfahrungen wegen des langsamen Wachstums der Keimlinge große Schwierigkeiten machen.

Biologische Anstalt Helgoland. Januar 1923.

Literatur.

KYLIN, H. (1917). Über die Entwicklung und die systematische Stellung der Tilopterideen. Ber. d. D. Bot. Ges. 35, 298.

OLTMANNS, F (1922), Morphologie und Biologie der Algen. II. Aufl. 2. Bd.

REINKE, J (1889), Ein Fragment aus der Naturgeschichte der Tilopterideen. Bot. Ztg. 47.

— (1891), Die braunen und roten Algen von Helgoland. Ber. d. D. Bot. Ges. 9, 271.

SAUVAGEAU, C. (1896), Remarques sur la reproduction des Phaeosporées en particulier des *Ectocarpus*. Ann. des sc. nat., Botanique S. 8, T. 2.

— (1899), Les Acinetospora et la sexualité des Tiloptéridées. Journal de Botanique, T. 13.

YAMANOUCHI, S. (1909). Mitosis in *Fucus*. Botanical Gazette 47, 173

---

35. K. Tjebbes: Ganzfarbige Samen bei gefleckten Bohnenrassen.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 6. März 1923. Vorgetragen in der Märzsitzung 1923.)

Wenn flecktsamige Bohnensorten in einigermaßen großen Populationen angebaut werden, findet man unter deren Samen immer eine kleinere oder größere Anzahl ganzfarbiger, d. h. Samen, bei welchen man nicht gut von einer Pigmentzeichnung auf einem hellgefärbten Grund reden kann (Abb. 1a und 1b), sondern von einer über die ganze Oberfläche pigmentierten Samenschale (Abb. 2a

und 2b). Die einzige, aber immer anwesende Ausnahme bilden einige sehr unbedeutende nichtpigmentierte Stellen, wo dann die unterliegende Grundfarbe noch zu erkennen ist. Bei den normal gefleckten Samen ist in der Regel zwischen 15 und 35 % der Oberfläche pigmentiert; dagegen ist bei den hier gemeinten abweichenden Samen ungefähr 95 oder gar 98 % mit Pigment versehen. Zwischenstufen fehlen vollständig, so daß z. B. Samen mit 60 oder 70 % pigmentierter Oberfläche nicht vorhanden sind. Wohl ist bisweilen die eine Hälfte normal und die andere ganzfarbig; auch

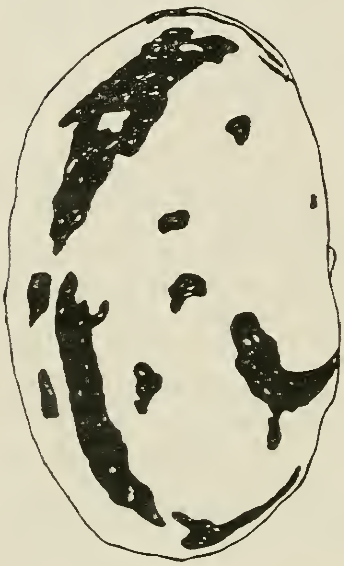


Abb. 1a.

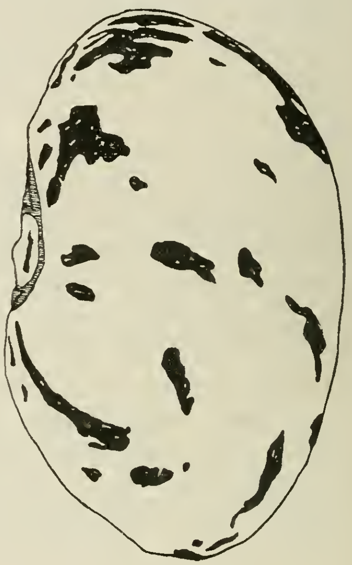


Abb. 1b.

Die zwei Seiten einer „normal"gestreiften Bohne (5fach vergrößert).

kommt es vor, daß nur ein bestimmtes Feld der Samenschale einer im übrigen normalgefleckten Bohne ganzfarbig ist. In solchen Fällen ist immer die Grenze zwischen dem normalen und dem abweichenden Teil der Samenschale deutlich festzustellen.

Wenn man zum ersten Male in einer größeren Partie gefleckter Bohnen, z. B. Prager Bohnen oder HINRICHs Riesenbohnen, diese „ganzgefärbten" Samen vereinzelt liegen sieht, denkt man unwillkürlich an eine zufällige Einmischung sortfremder Samen oder an die Folgen irgendeiner spontanen Kreuzung in vorigen Generationen. Vor einigen Jahren habe ich damit angefangen, solche abweichende Samen — meiner damaligen Meinung nach F_1- oder F_2-Samen aus

spontanen Hybridisationen — in meinem Versuchsgarten separat auszusäen. Wie groß war meine Überraschung, als ich fand, daß aus den abweichenden Samen gerade dasselbe hervorkam wie aus normalen, nämlich ganz gewöhnliche rassentypische Pflanzen mit normalgefleckten Samen. Es fand sich darunter zwar auch eine kleine Anzahl von ganzgefärbten, aber solche Samen kommen auch vor unter denjenigen, die von isolierten Pflanzen aus normalgefleckten Samen geerntet werden. Ein Unterschied etwa in dem Sinne, daß die eine Klasse (aus ganzfarbigen Samen) eine größere

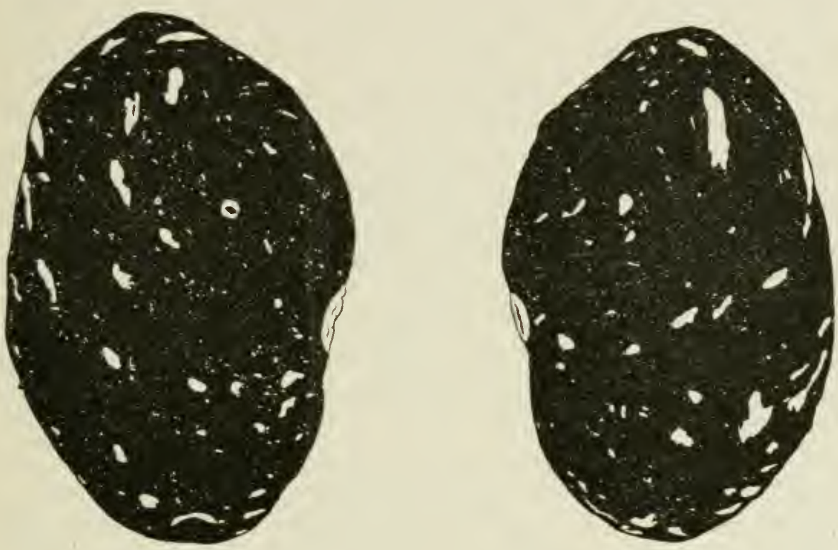


Abb. 2a. Abb. 2b.
Die zwei Seiten einer „ganzfarbigen“ Bohne (5fach vergrößert).

Frequenz der ganzfarbigen Samen gezeigt hätte als die andere (aus normalen Samen), war nicht zu spüren.

Für die ursprüngliche Annahme, daß die ganzfarbigen Samen von einer spontanen Bastardierung herrührten, fand ich also, gleich vom Anfang meiner Versuche an, nicht die geringste Bestätigung.

Die nächste Hypothese zur Erklärung der ganzfarbigen Samen war, daß es sich um eine Ernährungsfrage handle, in dem Sinne, daß die Hülsen, welche ganzfarbige Samen enthalten, durch irgendeine Ursache reichlichere Nahrungszufuhr genießen als die Hülsen mit normalgefleckten Samen. Man könnte ja meinen, daß dieser Erklärungsversuch gestützt wird durch die Beobachtung, daß öfters

zwei nebeneinander sitzende Hülsen beide ganzfarbige Samen enthalten; auch könnte dafür sprechen, daß fast immer alle Samen einer Hülse in derselben Weise pigmentiert sind, d. h. entweder alle normal oder alle ganzfarbig.

Die so gut wie einzige Ausnahme dieser letzten Regel bilden in meinen Versuchen diejenigen Hülsen, in denen die Bohnen abwechselnd normalgefleckt und ganzfarbig sind, so daß z. B. die 1., 3., 5. Bohne normales Aussehen haben, während die 2. und 4. ganzgefärbt sind. Hieraus folgt, daß die Samen, welche der linken Hälfte des Fruchtblattes aufsitzen, der einen, und die auf der rechten Hälfte der anderen Gruppe zugehören. Diese Überlegung aber machte mich alsbald an der Nahrungszufuhrhypothese zweifeln. Ein genaueres Studium der Verbreitung des Pigments in der Samenschale zeigte weiter, daß auch auf Grund rein morphologischer Befunde diese Hypothese unwahrscheinlich ist.

Wenn wir sagen, daß in den ganzgefärbten Samen das Pigment sich, anstatt sich auf die bekannten Streifen und Flecken zu beschränken, über eine weitere Oberfläche ausgedehnt habe, so ist diese Ausdrucksweise nicht richtig. Bei der Betrachtung einigermaßen unreifer Samen stellt es sich nämlich heraus, daß durch das große gefärbte Feld der ganzfarbigen Samen sehr oft die gewöhnliche Streifung, wie sie bei den normalen Samen vorkommt, durchschimmert. Die Totalfärbung ist also keine Ausbreitung der normalen Streifung, sondern etwas Hinzukommendes, etwas, das von der normalen Zeichnung unabhängig, das zu dieser Zeichnung addiert worden ist. Die ganzfarbigen Samen (die übrigens niemals ganz gefärbt sind und immer eine Menge sehr kleiner ungefärbter Stellen aufweisen) besitzen gewissermaßen zwei verschiedene Pigmentzeichnungen übereinander. Das Wort übereinander ist aber nicht sensu stricto aufzufassen, denn beide Pigmentierungen liegen in derselben Schicht der Testa. Legt man Querschnitte durch die Samenschale ganzfarbiger Samen unter das Mikroskop, so sieht man nichts Besonderes, nur stärkere oder schwächere Intensität des Pigmentfarbstoffs in den Lumina der pallisadenförmigen Zellen. Durch Einlegen in lauwarmes Wasser läßt sich der Farbstoff aus allen Teilen der totalgefärbten Samenschale mit derselben Schnelligkeit ausziehen, so daß auch bei stark gebleichten Bohnen die normalen Flecken sich noch immer wie etwas intensiver gefärbte Figuren gegen die hellere „Totalfarbe“ abzeichnen. Es ist daher wohl anzunehmen, daß beide Färbungen chemisch dasselbe sind und sich nur quantitativ unterscheiden, aber auch, daß sie in ihrer Erscheinungsweise unabhängig voneinander sind. Das

Fehlen von Übergängen zwischen normalgefleckt und ganzfarbig deutet auch darauf hin.

Die Erklärung durch Annahme von Ernährungseinflüssen muß also fortfallen.

Beim Enthülsen der Bohnen meiner Versuchspflanzen war es mir, wie oben gesagt, aufgefallen, daß oft die Hülsen, welche ganzfarbige Samen enthalten, in der Nähe voneinander, oder doch an einem und demselben Aste gewachsen sind. In der Absicht, einen Einblick in die Verteilung derartiger Hülsen über die Pflanze zu erhalten, malte ich dieselben rot mit Anilintusche, indem ich beim Enthülsen so vorsichtig vorging, daß alle Hülsen an der getrockneten Pflanze befestigt blieben. Die so behandelten Pflanzen zeigten nun sehr deutlich, daß die Hülsen mit ganzfarbigen Samen gruppenweise vorkommen, und zwar auf eine Weise, welche ganz und gar übereinstimmt mit dem Vorkommen von sektorialer Panaschierung und anderen Formen von Sektorialchimärie. In weitaus den meisten Fällen saßen alle von mir rotgefärbten Hülsen in nur einem oder in zwei Sektoren der Pflanze: nur selten kamen vereinzelte Hülsen vor. Einige Fälle, wo so eine vereinzelte Hülse angetroffen wurde, erwiesen sich bei genauer Betrachtung als von zufälligen Beschädigungen verursacht, indem ein Ast oder ein Teil eines Astes in der unmittelbaren Nähe der genannten Hülse abgebrochen worden war.

Wir haben hier eine Erscheinung vor uns, welche sich nur sehr schwierig durch das Experiment beleuchten läßt, weil die Pflanzenteile, die die veränderten Samen tragen, sich erst erkennen lassen, wenn die Samen beinahe ganz reif geworden sind; in diesem Stadium aber sind die Pflanzen schon so gut wie abgestorben und ungeeignet für Versuche. Selbst bei der genauesten Betrachtung läßt sich an diesen Teilen während der Vegetationsperiode nichts Besonderes wahrnehmen; ich habe sorgfältig acht gegeben auf etwaige Unterschiede in Bau, Pigmentierung, Behaarung, Anatomie in Stengel, Blattstiel, Kelch und Krone, aber immer ohne Resultat.

Vorläufig hatte ich die Wahl folgender drei Deutungen des Vorkommens ganzfarbiger Samen: 1. eine besondere Art von sektorialer Chimärie, wobei die eine Komponente sich nur durch das Vermögen, abweichend pigmentierte Samenschalen zu bilden, von der anderen Komponente unterscheidet; 2. eine sehr frequent vorkommende vegetative Mutation (Knospenmutation); 3. ungleiche Zufuhr eines für die Pigmentbildung notwendigen Bestandteils nach den verschiedenen Ästen der Pflanze.

Die letzte Deutung ist höchst unwahrscheinlich, weil ja keine Zwischenformen da sind, und weil das Pigment der Totalfärbung dasselbe ist wie dasjenige in der normalen Zeichnung.

Beim vergleichenden Studium von vielem Material in den folgenden Jahren, wobei ich die Erscheinung an Hunderten von Pflanzen beobachten konnte, wurde es mir klar, daß die Erklärung durch vegetative Mutation, in der gewöhnlichen Meinung, ebensowenig den Tatsachen entspricht wie die durch Zufuhrungleichheit. Beide Deutungen verlangen ja, daß ganze Äste oder Ästchen abweichende Beschaffenheit zeigen. Bei der Knospenmutation muß dann ein solcher ganzer Ast in einem bestimmten Sinne und überall gleich stark abweichen; bei Zufuhrunterschieden kann der Grad der Abweichung zwar wechseln, aber die Grenze, von wo an die Abweichung aufzutreten anfängt, muß jedenfalls bei irgendeiner Verzweigung liegen. Das Vorkommen der hier in Rede stehenden Abweichung ist aber, wie oben beschrieben, etwas ganz anderes; die Grenzen des Teils der Pflanze, der die Abweichung zeigt, halten sich gar nicht an die Verzweigung. Oft gehört eine Hülse, welche auf einem im übrigen normale Samen tragenden Ast sitzt, aber dem veränderten Aste zugekehrt ist, zum veränderten Teil; auch ist öfters nur die eine Längshälfte eines Astes abgeändert. Mit anderen Worten: die Verteilung und Begrenzung ist in jeder Hinsicht dieselbe wie die, welche wir bei Sektorialpanaschierung, Sektorialalbinismus und dergleichen sektorialen Erscheinungen kennen. Es ist denn auch nur eine Auffassung aufrechtzuhalten, nämlich die, daß wir hier ein Beispiel von Sektorialchimärie vor uns haben.

Doch ist hiermit nicht alles erklärt. Die Verhältnisse liegen offenbar nicht so einfach, wie z. B. bei den gewöhnlichen Weißbuntchimären. Wenn da ein albinotischer Ast Blumen trägt und diese werden geselbstet und liefern Samen, ist die ganze Nachkommenschaft chlorophyllos. Bei unseren chimärisch abweichenden Prager Bohnen tritt aber eine andere Erscheinung hervor, wie anfangs schon angedeutet wurde.

Um in diesem Punkte genaue Zahlen zu erhalten, habe ich im Frühling 1921 von den Samen einer Pflanze (einer schwarzgestreiften Rasse von Prager Kruppbohnen), Nr. 20—204 g. von deren Hülsen ca. 10% ganzgefärbte Samen enthielten, 10 normalgefleckte und 10 ganzfarbige Samen gesät. Daraus kamen 8 resp. 9 Pflanzen, welche alle in reichlicher Menge reife Samen trugen. Das Zahlenresultat ist in der nebenstehenden Tabelle I niedergelegt worden.

Tabelle I. Prozentzahlen der Hülsen mit ganzfarbigen Samen an den Pflanzen aus normalgestreiften und ganzfarbigen Samen einer Pflanze (20—204 g), die in 10 % ihrer Hülsen ganzfarbige Samen hatte.

Nr. der Pflanze 1921	Zeichnung des Samens, aus dem die Pflanze gewachsen war	Prozentzahl der Hülsen mit ganzfarbigen Samen	Bemerkungen
21—169—a	normalgefleckt	25	Aus den normalgestreiften Samen also durchschnittlich 11.3 % Hülsen mit ganzfarbigen Samen.
—b	„	3.2	
—c	„	22.1	
—d*	„	0	
—e	„	7.1	
—f*	„	0	
—g	„	21.3	
—h	„	11.5	
21—170—a	ganzgefärbt	7.7	Aus den ganzfarbigen Samen also durchschnittlich 10.3 % Hülsen mit ganzfarbigen Samen.
—b	„	18.8	
—c	„	10.9	
—d	„	9.1	
—e	„	7.1	
—f	„	13.8	
—g	„	0	
—h	„	0	
—i*	„	25.8	

Daraus geht deutlich hervor, daß keine Steigerung der Prozentzahl von Hülsen mit ganzfarbigen Samen erreicht wurde durch die Auswahl ausschließlich ganzfarbiger Samen zur Aussaat. In beiden Gruppen kamen Pflanzen vor mit 0 % und mit 25 % „ganzfarbiger“ Hülsen, und im Durchschnitt war die Prozentzahl in beiden Gruppen dieselbe.

1922 wurden Samen der Pflanzen 21—169 d und 21—169 f, also aus normalgefleckten Samen, mit 0 % Hülsen mit ganzfarbigen Samen, ausgesät neben ganzfarbigen Samen der Pflanzen 21—170 b und 21—170 i (aus ganzfarbigen Samen, mit den höchsten Prozentzahlen ganzfarbiger Samen). Von jeder Gruppe wurden 10 Samen ausgelegt und 8 resp. 10 reife Pflanzen erhalten. Ich gebe in der Tabelle II die durchschnittlichen Prozentzahlen der vier Serien an:

Tabelle II. Prozentzahlen der Hülsen mit ganzfarbigen Samen bei den Nachkommen zweier Pflanzen, welche entstanden waren aus normalgestreiften Samen und selbst keine ganzfarbigen Samen hervorbrachten, und bei den Nachkommen zweier Schwesterpflanzen, welche entstanden waren aus ganzfarbigen Samen und die höchste Prozentzahl ganzfarbiger Samen zeigten.

Nr. der Pflanzen 1922	Mutterpflanze 1921 (siehe Tabelle I)	Prozentzahl der Hülsen mit ganzfarbigen Samen an der Mutterpflanze 1921	Durchschnittliche Prozentzahl der Hülsen mit ganzfarbigen Samen bei den Nachkommen 1922
22—201 a/i	21—169 d	0	7.6
22—202 a/h	21—169 f	0	13.1
22—203 a/j	21—170 b	18.8	9.9
22—204 a/h	21—170 i	25.8	12.2

Dieses Resultat verneint abermals jeglichen Einfluß einer Auslese der ganzgefärbten Samen auf das Vorkommen solcher Samen bei den Nachkommen. Bei einer der Pflanzen aus der Gruppe, wo ein solches Resultat am wenigsten zu erwarten war, kam nota bene die höchste Prozentzahl vor, und umgekehrt. Unter den Nachkommen von 21—170b war eine Pflanze mit 0% Hülsen mit ganzfarbigen Samen!

Aus dem Vorhergehenden folgt, daß die hier besprochene Abweichung nicht im gewöhnlichen Sinne erblich ist, mit anderen Worten, daß die Geschlechtszellen nicht verändert worden sind. Es beschränkt sich also die Abweichung auf die epidermale Schichte, aus welcher ja die Integumente — und damit die Samenschale — entstehen; die zweitäußerste und weitere Zellschichten bleiben unverändert; deren Zellmaterial gehört der normalgefleckten Form zu.

Das Hauptinteresse der in dieser Mitteilung beschriebenen Erscheinung liegt also darin, daß wir hier eine Periklinalchimäre haben, welche nur als Sektorialchimäre auftritt. Es würde selbstverständlich hochinteressant sein, wenn Pflanzen gefunden würden, bei denen nicht nur die äußerste Zellschichte eines Sektors zu der ganzfarbigen Form gehört, sondern auch die zweite und eventuell weitere Schichten. Dann wäre es ja möglich, die ganzfarbige Form konstant zu züchten.

Es erübrigt die Frage, wie es kommt, daß die Ganzfarbigkeit eine so oft vorkommende Abweichung ist. Sie ist nämlich von mir bei sehr vielen Rassen von *Phaseolus vulgaris* und neuerdings auch bei *Phaseolus multiflorus* angetroffen worden. Überall, wo ich sie fand, war sie nicht absolut, d. w. s., es bleiben immer unpigmentierte Stellen übrig. Konstante Rassen mit der „ganzfarbigen" Zeichnung sind nicht bekannt; eine vegetative Bastardspaltung im gewöhnlichen Sinne liegt nicht vor, obgleich wir die hier beschriebene Erscheinung vorläufig wohl als eine besondere Art dieser Abspaltungen betrachten müssen.

Huizen, Januar 1923.

36. Silvestr Prát: Plasmolyse und Permeabilität. III.[1]

(Eingegangen am 21. März 1923. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Drei in der letzten Zeit erschienene Arbeiten veranlaßten mich, die Ergebnisse meiner im September 1921 über Plasmolyse der *Utricularia*-Blätter durchgeführten Versuche hier in aller Kürze mitzuteilen. (ERNA SCHREIBER: Über die Kutikula der submersen Wasserpflanzen, Österr. botan. Zeitschr. 1921, 71. E. M. MERL: Biolog. Studien über die *Utricularia*blase, Flora 115, 1922, 59. A. TH. CZAJA: Diese Ber. XL, 1922, 381.)

Ich habe die Blattspitzen von *Utricularia vulgaris*, die im Aquarium kultiviert wurde, untersucht und die Plasmolyse in verschiedenen Salzen beobachtet.

m KNO_3: in den ersten 2 Minuten bewegen sich etwa in einer Hälfte der Zellen die Chromatophoren gegen die Zellwände, in anderen Zellen bleiben sie regelmäßig durch die ganze Zelle verteilt. Plasmolyse beginnt nur bei der Schnittfläche und an der Spitze der Zweige. Nach 20 Minuten sind die Zellwände überall so geschrumpft, daß die Lage des Zellinhaltes undeutlich wird. Im Wasser werden die Zellwände sofort wieder steif; Chromatophoren in verschiedenen Gruppen zusammengeklebt. Nach zwei Stunden im Plasmolytikum die Zellwände weniger geschrumpft, von der Schnittfläche angefangen Plasmolyse, aber unregelmäßig. Nach 4—5 Stunden beginnen die Zellen abzusterben, aber erst nach 24 Stunden sind die Zellwände nicht mehr geschrumpft. In m/2 KNO_3 beginnt die Plasmolyse ähnlich, aber die Zellwände sind viel weniger geschrumpft.

In m/3 KNO_3-Lösungen beginnt nach 10 Minuten Plasmolyse in den Spitzen, nach 30 Minuten ist die Plasmolyse weiter vorgeschritten, aber nirgends bis zur Stelle der Verzweigung. Die Chromatophoren überall zu den Wänden gerückt. Nach 1 Stunde in den Spitzen gute Plasmolyse (bis kugelförmige), Chromatophoren in den Menisci. Nach 5—6 Stunden Pseudoplasmolyse, Zellwände nicht geschrumpft.

In m/3 $Ca(NO_3)_2$ wurde zuerst Entspannung ohne Plasmolyse, nach 4—5 Stunden gute Plasmolyse mit regelmäßigen Menisci und regelmäßig verteilten Chromatophoren beobachtet; geringe Schrumpfung der Membran wird nach 24 Stunden ausgeglichen,

1) S. PRÁT: Plasmolyse und Permeabilität. Biochem. Zeitschr. 128 1922. 557. Plasmolysis and Permeability. II. Preslia. Reports of the Czechoslovak Botanical Society. II. 90. Prague 1923

aber die Plasmolyse dauert. Konzentriertere Lösungen (m/2, m) plasmolysieren viel schlechter, nach 1 Stunde beginnen die Chromatophoren zu zerfließen. Starke Schrumpfungen der Zellmembran dauern auch bei toten Zellen (nach 24 Stunden und länger).

m/3 NaCl plasmolysierte in einer Stunde gut und fast perfekt. Deplasmolyse im Wasser gut. Plasmolyse schreitete dann von den Spitzen weiter, Zellwände nirgends geschrumpft. In m/2 und m NaCl bewegten sich die Chromatophoren zu den Wänden, Plasmolyse unregelmäßig, Zellwände nach 1—2 Stunden mehr oder weniger geschrumpft, später wird aber die Schrumpfung ausgeglichen.

$CaCl_2$ rief in allen Konzentrationen (m/3, m/2, m) starke Schrumpfung der Zellmembran, Bewegungen und Zerfließen der Chromatophoren hervor, nur m/3 plasmolysierte gut, aber auch in dieser Konzentration waren die Zellwände noch nach 24 Stunden sehr stark geschrumpft.

Na_2SO_4 plasmolysierte schlecht, bald kam Pseudoplasmolyse, die Zellwände schrumpften in etwa einer Stunde, aber nur in 1 mol. Konzentration blieben sie länger geschrumpft.

$MgSO_4$ plasmolysierte nur in m/3-Konzentration gut, Chromatophoren bei den Zellwänden, Zellmembran wenig geschrumpft. In m/2- und m-Lösungen wurde bald Pseudoplasmolyse, auch Zerfließen der Chromatophoren beobachtet, Zellwände noch nach 24 Stunden geschrumpft.

Dextrose plasmolysierte gut (m/3), in m/2- und m-Lösungen war die Schrumpfung der Zellwände sehr stark und dauernd.

In Glyzerin schrumpften die Zellwände allmählich, aber sehr stark. Auch leere Trichome schrumpften und zeigten schöne Torsionen. Nach 24 Stunden hatte die Schrumpfung der Membran etwas abgenommen, die Torsion an den Trichomen verschwand, aber auch nach 3 Tagen waren die Zellwände noch etwas geschrumpft.

96 % Alkohol dringt schnell ein ohne die Membran zum Schrumpfen zu bringen.

Ich brauche wohl nicht darauf hinzuweisen, daß hier die bekannte Regel verschiedener Permeabilität ein- und zweiwertiger Kationen deutlich hervortritt, aber an den leblosen Zellwänden. Das Verhalten des Protoplasten wird stark in Hintergrund geschoben, und zwar einmal deswegen, weil er in geschrumpften Zellen sehr schwer zu beobachten ist, dann auch, weil er meistens durch den Druck stark geschrumpfter Zellwände zerdrückt oder wenigstens beschädigt wird.

Die Bewegungen der Chromatophoren, die regelmäßig bei der Plasmolyse auftreten und wahrscheinlich durch Oberflächenspannungsänderungen hervorgerufen werden, wären einer speziellen eingehenden Untersuchung wert (charakteristische Anhäufungen der Chlorophyllsubstanz in den Menisci bei Hydrodictyon).

Die Versuche zeigen, daß nicht nur die *Utricularia*blase, sondern die ganze Pflanze eine semipermeable Hülle hat. Sie gestatten aber keine Schlüsse über die Nahrungsaufnahme durch die Blätter; es ist nicht notwendig, an starke Beeinflussungen der Hautkolloide durch Plasmolytika (HANSTEEN-CRANNER) einzugehen, verschiedene Permeabilität reiner und balanzierter Lösungen zu betonen, wenn wir schon davon absehen, daß starker Einfluß der Konzentration schon in den plasmolytischen Versuchen deutlich hervortritt.

Pflanzenphysiologisches Institut der čechischen Universität in Prag.

37. F. C. von Faber: Zur Physiologie der Mangroven.

(Eingegangen am 21. April 1923. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

In einer Mitteilung dieser Zeitschrift vom Jahre 1913 habe ich einiges über den osmotischen Druck und über die Transpiration der Mangroven mitgeteilt. Die Resultate dieser orientierenden Untersuchungen haben unsere Anschauung über die Wasserökonomie der Halophyten, die auf der bekannten SCHIMPERschen Halophytentheorie basiert, zum mindesten sehr erschüttert und veranlaßten mich, die Untersuchung der indischen Mangrove, auf der diese Theorie aufgebaut wurde, in größerem Maßstabe und besonders am normalen Standorte fortzusetzen. Die ausführliche Arbeit wird im Zusammenhang mit anderen geographisch-physiologischen Untersuchungen verschiedener tropischer Assoziationen (Regenwald, Solfataren- und Vulkangipfelflora u. a.) veröffentlicht werden. Ich begnüge mich, hier vorläufig einige Hauptergebnisse dieser Mangrovenstudien zu geben.

1. Die Untersuchungen begannen mit einer Analyse der natürlichen Standorte, die sich auszeichnen durch eigenartige edaphische und atmosphärische Bedingungen. Nicht die physikalische, sondern die chemische Beschaffenheit des Substrats (Salzwassermangrove)

spielt im Leben der Assoziation eine Hauptrolle. Sie zeichnet sich aus durch starke Schwankungen der Salzkonzentration bei Flut und Ebbe. Die Gezeiten und atmosphärischen Bedingungen (Sättigungsdefizit und Temperatur der Luft, Bestrahlung, Regen und Wind) und die Physik des Substrats greifen ineinander und rufen die eigenartigen Schwankungen in der chemischen Beschaffenheit des Substrats hervor, wie sie bei keiner anderen tropischen Strandassoziation (*Barringtonia* und *Pes Caprae*) beobachtet werden. Dieser komplizierte Faktorenkomplex führt, kurz resümiert, zu folgenden zwei Prozessen: Bei Ebbe ein allmähliches Steigen der Salzkonzentration der Bodenlösung über die des Meerwassers von tieferen nach oberflächlichen Schichten und bei Flut ein allmählicher Ausgleich dieser Konzentration der Bodenlösung mit der des Meerwassers. Die größten Schwankungen finden sich also in oberflächlichen Schichten, die für die Bewurzelung in Frage kommen. Bei atmosphärischen Bedingungen, die eine starke Verdunstung des Wassers bewirken, können in diesen Schichten am Ende der Ebbe mittlere Konzentrationen von NaCl bis zu 8—12 % erreicht werden, während sie am Ende der Flut kaum mehr Kochsalz enthalten, als das darüber fließende Meerwasser. An Küsten mit einem trockeneren Klima sind die Konzentrationsschwankungen am stärksten. Zwischen Absorption und Verdunstung der Pflanze entsteht dort ein zu großes Mißverhältnis, die Assoziation tritt an diesen Küsten spärlicher auf und wird einförmiger.

Von den atmosphärischen Faktoren der natürlichen Standorte sind zu erwähnen: verhältnismäßig starke Schwankungen im Sättigungsdefizit der Luft, regelmäßig wiederkehrende starke Winde, die für die Wasserökonomie von großer Bedeutung sind, ebenso wie die strahlende und gespiegelte Wärme und das starke, an kurzwelligen Strahlen reiche Licht.

2. Die Mangrove ist weder geographisch, noch morphologisch eine scharf umgrenzte Assoziation. Ein Austausch von einigen Arten mit der *Barringtonia*-Assoziation kommt hier und da vor. Die „Eindringlinge" in der Mangrove nehmen auf den typischen Substraten die physiologischen Eigenarten (Erhöhung des osmotischen Druckes, schnelle Regulationsfähigkeit) der Mangroven an. Die Mangroven sind fakultative Halophyten, sie gedeihen mehr oder weniger alle sowohl in hochkonzentrierten Salzlösungen, als in gewöhnlicher Erde.

Die allgemeine Physiognomie läßt keinen Schluß zu auf eine schwierige Wasserversorgung. Die verhältnismäßig großen, etwas lederartigen, zum Teil glänzenden Blätter der Mangroven sind

typisch für die tropischen Mesophytenbäume der feuchtesten Gebiete (Regenwald). Die Charakteristik der Physiognomie der Assoziation liegt vielmehr in der eigenartigen Bewurzelung, dem Auftreten verschiedener Arten in Beständen und in der Viviparie. Die anatomischen Untersuchungen haben gezeigt, daß die Mangroven keine „Xerophyten" sind; ihre Blätter haben sämtliche Merkmale (etwas verdickte Cuticula, z. T. schwach eingesenkte Stomata, Hypoderm), die bei sehr vielen tropischen Mesophytenbäumen der Regenwälder noch weit stärker entwickelt sein können (*Ficus*-Arten, *Mangifera indica*, *Garcinia*-Arten, *Mimusops* u. v. a.) und auch bei den nahen Verwandten der Rhizophoren in den Regenwäldern (*Carallia*, *Gynotroches*) ebenfalls beobachtet werden. Das Vorkommen von sezernierenden Hautdrüsen bei verschiedenen (salzspeichernden) Mangroven ist sogar ein Hygrophyten-Merkmal. Im Vergleich zu den Vertretern der anderen Strandassoziationen der Tropen (*Barringtonia, Pes Caprae*) sind die Mangroven viel weniger xeromorph. Ihre schwach xeromorphen Merkmale sind nicht als direkte Anpassung (ontogenetische Induktion) an das Leben auf einem extremen Standort entstanden und nicht auf spezielle edaphische Faktoren (Salzgehalt) zurückzuführen, sondern sie müssen, wie die der nahen Verwandten der Regenwälder und der tropischen Mesophyten im allgemeinen, als eine alte Anpassung (phylogenetische Induktion) an das eigentümliche Klima der Tropen (plötzliche starke Schwankungen im Sättigungsdefizit der Luft, starke Insolation etc.) gelten. Diese Struktur wird auch bei den dauernd in süßem Wasser stehenden Mangroven wiedergefunden.

Die stärkere Ausbildung des Hypoderms der in Salzwasser stehenden Mangroven gegenüber der der Süßwassermangrove ist eine morphologische Veränderung, die nicht bei allen Arten gleich stark in die Augen springt. Die stärkere „Sukkulenz", also die Zunahme des Hypoderms, die „halophile Paravariante" DETTOs, stellt eine Erscheinung dar, die zu den „Osmomorphosen" (KÜSTER) gerechnet werden kann. Die Laboratoriumsversuche haben gelehrt, daß die Erhöhung des osmotischen Druckes durch Kultur in konzentrierten Nährlösungen verschiedener Salze (NaCl, KNO_3, $MgSO_4$) das Wachstum des Hypoderms anregt und dadurch eine Zunahme der Blattdicke bewirkt wird. Eine Tendenz zur Verlagerung der Spaltöffnungen etwas unterhalb der Blattoberfläche ist deutlich bemerkbar. Es gelang weiter, junge Rhizophoren- und *Sonneratia*pflanzen längere Zeit hindurch mit Wasser zu injizieren und die „Sukkulenz" durch Wachstum des Hypoderms merklich zu steigern. Solche Blätter ähneln denen der am Standort ge-

wachsenen Pflanzen außerordentlich. Bei diesen Versuchen zeigte sich, wie am Standort, ein Unterschied der „Sukkulenz" zwischen den jungen, ausgewachsenen Blättern und den älteren Speicherblättern. Die Beobachtungen in dieser Richtung machen es wahrscheinlich, daß die „Sukkulenz" der in Salzwasser stehenden Mangroven eine, durch den hohen Turgordruck der Zellen bedingte, hypertrophische Wachstumserscheinung darstellt. Die jeweilige starke osmotische Leistung der Wurzeln bei Flut führt, besonders bei etwas gehemmter Transpiration, zu einer stets wiederkehrenden Überbilanz der Blätter und zur Bildung hyperhydrischer Gewebe. Die Anlage von lentizellenähnlichen Intumeszenzen an den Speicherblättern ist weiter ein Beweis für ihren Wasserreichtum. Bezeichnend ist es, daß die starke Bildung hyperhydrischer Gewebe, also stärkere „Sukkulenz", nur bei den nicht sezernierenden Mangroven gefunden wird. Die Sekretion bei den salzspeichernden Arten verhütet den Wasserüberschuß und infolgedessen auch die stärkere Ausbildung des Hypoderms zu einem hyperhydrischen Gewebe. Bei starken Konzentrationsänderungen der Außenlösung infolge nicht genügend schnell eintretender Regulation der Wurzeln bei den nicht salzspeichernden Arten kann in den stark transpirierenden Assimilationsblättern zeitweilig eine geringe Unterbilanz eintreten, die durch die Lieferung von Wasser durch die Speicherblätter bald behoben wird. Diese Tatsache läßt uns das hyperhydrische Gewebe der Mangroven zwar als „kataplastische Hypertrophien", aber gleichzeitig als eine zweckmäßige Variante der ursprünglichen, typischen Struktur betrachten.

3. Die Mangrove setzt sich zusammen aus salzspeichernden Arten, die das Vermögen besitzen, durch Sekretion von Salzlaugen ihre Blätter von den Salzmassen zu befreien (*Avicennia*, *Aegiceras*, *Acanthus ilicifolius*) und aus nicht salzspeichernden Arten, die keine Hydathoden besitzen und nicht sezernieren (*Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Sonneratia* und *Lumnitzera*). Die für verschiedene Arten beschriebenen „Lentizellhydathoden" (ARESCHOUG) sezernieren nicht, sondern stellen Intumeszenzen dar, die durch ein subepidermoidales Korkgewebe unterhalb der Stomata entstehen. Die darüber gelegene Spaltöffnung ist unbeweglich, geöffnet, wird zuletzt abgeworfen, und Atmung und Transpiration finden durch die entstandenen lentizellenähnlichen Bildungen statt. Diese werden nur an den älteren Blättern, die die Funktion der Wasserspeicherung (Speicherblätter) übernommen haben, angetroffen. Man findet sie nur bei denjenigen Mangroven, die nicht sezernieren und sehr wasserreiche Blätter besitzen. Wir haben es hier zu tun mit

einer Reaktion der Pflanze auf Wasserüberschuß, ebenso wie die „Sukkulenz“ eine solche darstellt; sie ist mit der Theorie der „physiologischen Trockenheit“ der Mangrovestandorte nicht in Einklang zu bringen. Die sogenannten „Epithemhydathoden“ von *Lumnitzera* sind keine zur Sekretion befähigten Drüsen.

Die Sekretion von Salzlauge wird nicht allein bei feuchtem Wetter, sondern bei gut sezernierenden Pflanzen auch bei trockenem sonnigen Wetter wahrgenommen. Diese Tatsache deutet auf eine starke osmotische Tätigkeit der Wurzeln hin. Bei Ebbe und Steigerung der Konzentration der Bodenlösung wird die Drüsentätigkeit noch fortgesetzt. Wird die Wurzelsaugung durch Osmotica stark gehemmt, so hört die Sekretion auf. Die Versuche mit abgeschnittenen Blättern zeigen, daß die Drüsen die Salzlauge aktiv auspressen; Wurzeldruck ist dabei nicht beteiligt. Außer Kochsalz werden verschiedene andere Salze leicht ausgeschieden.

Die Salzlaugensekretion hat im Leben der salzspeichernden Mangroven eine große Bedeutung. Sie verhütet eine zu große Salzanhäufung im Gewebe. Bei schlecht sezernierenden Pflanzen findet allmählich eine derartig schädliche Anhäufung statt, daß deren Blätter schließlich abfallen. Solche Pflanzen können sich auf die Dauer in der Assoziation nicht halten.

4. Die Untersuchungen über die Transpiration haben die früher mitgeteilte Tatsache, daß die Mangroven stark transpirierende Pflanzen sind, durchaus bestätigt. Diese Eigenschaft setzt eine starke Wurzeltätigkeit voraus, trotzdem Guttation oder Bluten nie beobachtet wurde. Trotz starker Schwankungen im Salzgehalt der Bodenlösung am Standort scheint kein großes Mißverhältnis zwischen Absorption und Transpiration einzutreten. Daß eine geringe Hemmung der Wurzelsaugung stattfinden kann, beweist das minimale „Sacken“ des Wasserspeichergewebes, wenn die Konzentration der Außenlösung stark steigt, was bei Ebbe, starker Insolation und großem Sättigungsdefizit der Luft an der Küste der weit im Meere liegenden Koralleninseln eintreten kann. Bilanzversuche mit verschiedenen Arten haben einen Einblick in die Verhältnisse von Absorption und Transpiration gegeben. Sie zeigten, daß nur starke Unterbilanz bei Konzentrationen eintritt, die bedeutend höher sind als am Standort. Bei Überführung aus Nährlösung mit 2—3 % NaCl-Zusatz in eine solche mit 8 % NaCl findet eine relative Hemmung der Wurzelsaugung statt, so daß ein geringes Defizit zwischen Absorption und Transpiration beobachtet wird und das Wassergewebe „sackt“, während die Assimilationsblätter völlig turgeszent bleiben. Die Transpiration wird bei

Konstanz der Außenbedingungen durch eine Schließbewegung der Stomata bald stark verringert. Die Regulation der Wurzeln setzt bald ein und nach einiger Zeit ist bei normaler Transpiration das Defizit ausgeglichen. Ein merkbarer Unterschied in der Zeitdauer der Wurzelhemmung ist zwischen salzspeichernden und nicht salzspeichernden Arten wahrzunehmen. Während bei diesen Versuchen die salzspeichernden Arten das Defizit innerhalb 1—2 Stunden beseitigen, brauchen die nicht salzspeichernden dazu etwa 4—5 Stunden.

Diese Verhältnisse dürften denen am Standort zur Ebbezeit einigermaßen entsprechen, während nach Überführung von der stark salzhaltigen (8 %) Nährlösung in eine schwächere (3 %) eine Überbilanz der Blätter wahrgenommen wird; die Absorption überwiegt die Abgabe bedeutend, wobei das Speichergewebe nicht selten bis zur Infiltration gefüllt wird. Diese Erscheinung ist während der Flutzeit bei vielen nicht salzspeichernden Arten deutlich daran zu erkennen, daß die Speicherblätter glasig aussehen. Bei den salzspeichernden Arten verhütet die schnelle Regulation der Wurzeln und die Drüsentätigkeit eine derartige Überbilanz der Blätter.

Die Untersuchungen der Spaltöffnungsapparate am Standort mittels Infiltrations- und Kobaltpapiermethode beweisen die gute Regulationsfähigkeit der Schließzellen. Die Stomata der älteren Blätter (Speicherblätter) haben die Neigung, bewegungslos zu werden und sich dauernd zu schließen. An ihrer Stelle entstehen dann die bereits erwähnten lentizellenähnlichen Intumeszenzen.

Versuche mit abgeschnittenen Zweigen und Blättern geben oft falsche Auskünfte über die Regulation der Verdunstung, da bei solchen Versuchsobjekten die Stomata leicht starr werden und geöffnet bleiben.

Solche mit lentizellenähnlichen Intumeszenzen versehene Blätter zeigen eine sehr starke Wasserdampfabgabe und vertrocknen, wenn sie abgeschnitten sind, trotz großen Wasserreichtums in sehr kurzer Zeit, unter Einrollung der Unterseite des Blattes, also derjenigen, die lentizellenähnliche Intumeszenzen trägt.

Sämtliche Mangroven sind befähigt, mit den Blättern Wasser von außen aufzunehmen. Am Standort tritt dieser Fall bei den jungen Keimpflänzchen ein, wenn sie bei Flut unter Wasser stehen. Eine Wasserabsorption durch Blätter wird auch bei den nahen Verwandten des Inlandes und bei sehr vielen tropischen Mesophyten beobachtet.

5. Die Beobachtungen über Sekretion von Salzlaugen durch die Blätter verschiedener Mangroven, ihre starke Wasserdampf-

abgabe, trotzdem sie in konzentrierten Lösungen wachsen, setzt eine ausreichende osmotische Leistung der Pflanze voraus, die früher bereits nachgewiesen wurde. Die weiteren osmotischen Untersuchungen haben diese Frage wesentlich vertieft. Der hohe osmotische Druck der salzspeichernden Arten wird durch die Anhäufung von Kochsalz in den Blättern hervorgerufen. Bei den nicht salzspeichernden Arten wird dieser Druck durch andere osmotisch wirksame Stoffe hervorgerufen, vermutlich von den sehr reichlich in den Geweben vorhandenen „Gerbstoffen". Es ist wahrscheinlich, daß diese „Gerbstoffe" eine wichtige Rolle spielen bei der Erzeugung und Regulation der Turgordrucke.

Die Beobachtung, daß Blätter mit hohem osmotischen Druck in den Zellen auch eine intensive Gerbstoffreaktion geben, dürfte Interesse beanspruchen.

Abgesehen von den früher beschriebenen Studien gelang es weiter, die osmotischen Verhältnisse für Blatt und Wurzel von *Rhizophora*, *Avicennia* und *Acanthus ilicifolius* am Standort zu bestimmen. Dabei zeigte sich, daß der höchste Druck am Ende der Ebbezeit und der niedrigste am Ende der Flutzeit, sowohl im Blatte als in der Wurzel erreicht wird. Diese Tatsache steht im Einklang mit den Konzentrationsschwankungen der Bodenlösung während der Gezeiten. Wie auch früher bereits beobachtet und mitgeteilt wurde, liegen die Werte für die Wurzelepidermen bedeutend tiefer als für die Blattepidermen. So wurde an der Küste der Koralleninseln am Ende der Ebbezeit für *Rhizophora* im Blatte ein Druck von 148,4 Atm. und in der Wurzel ein solcher von 98,6 nachgewiesen, für *Avicennia officinalis* im Blatte 163,2 und in der Wurzel 96 Atm. Am Ende der Flutzeit war dieser Druck für *Rhizophora* im Blatte auf 77,8 und in der Wurzel auf 45,4 Atm. und für *Avicennia* im Blatte auf 82 und in der Wurzel auf 50,3 Atm. gefallen. Aus diesen Zahlen geht bereits die ungeheure Regulationsfähigkeit hervor. Sie gehen weit über die früher mitgeteilten hinaus, was dem Umstand zuzuschreiben ist, daß sie früher während der Flutzeit gewonnen wurden.

In künstlicher Kultur zeigen die salzspeichernden Arten die höchsten Drucke (für *Avicennia*-Kulturen in konzentrierten Lösungen bis zu 205 Atm.), wenn die Salzsekretion unterdrückt und die Transpiration ausgiebig ist.

Die osmotischen Untersuchungen an den sogenannten „Eindringlingen" in den Mangroven ergaben übereinstimmend, daß diese Pflanzen alle befähigt sind, den osmotischen Druck zu erhöhen. Wie bereits erwähnt, sind sie hauptsächlich Vertreter

der den Mangroven nahegelegenen *Barringtonia*-Assoziation, die, entgegen der Annahme SCHIMPERs, keine echten Halophyten genannt werden dürfen, da an ihrem Standort Kochsalz im Substrat nicht oder in sehr geringen Mengen gefunden wird. Die Befähigung der Regulation des osmotischen Druckes ermöglicht es diesen „Eindringlingen" (*Pemphis acidula*, *Excoecaria Agallocha*, *Derris uliginosa*, *Heritiera littoralis*, *Dolichandrone spathacea*, *Cerbera Manghas*), sich hier und da innerhalb der Mangrove anzusiedeln. Sie fehlen gänzlich im unverdünnten Meerwasser, weil sie den starken Konzentrationsschwankungen der Bodenlösung nicht genügend angepaßt sind.

6. Das Studium der Wasserökonomie der Mangroven hat gezeigt, daß diese fakultativen Halophyten keine Xerophyten sind, infolgedessen auch eine starke Transpiration aufweisen, daß sie salzspeichernde und nicht salzspeichernde Arten enthalten, daß sie durch Salzspeicherung im Gewebe keine Schädigung erfahren, da Absalzung möglich ist, und daß sie durch einen besonders stark ausgeprägten molekularen Ökologismus auf dem extremen Standort gut gedeihen können.

Buitenzorg, Januar 1923.

Zur Beachtung!

Innerhalb Deutschlands erhalten die Mitglieder die Berichte durch den Postzeitungsvertrieb. Für pünktliche und regelmäßige Zustellung der Berichte ist **die Post verantwortlich.** Beschwerden über Ausbleiben des Heftes (am Ende jeden Monats mit Ausnahme von August und September) sind innerhalb 4 Wochen an die zuständige Poststelle zu richten, welche **zur kostenlosen Nachlieferung** fehlender Hefte **unbedingt verpflichtet** ist. **Bei Wohnungswechsel** ist die Umleitung der Zeitschrift bei dem zuständigen Postamt unter Beifügung einer Umschreibegebühr von 60 M. **unter allen Umständen** zu beantragen, da sonst leicht Hefte verloren gehen können. Zugleich ist der Wohnungswechsel der Mitglieder auch Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15, bekanntzugeben.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1923 mit genauer Angabe der Adresse des Absenders und vollständig druckreif an Herrn Prof. Dr. H. Miehe, Berlin-Lichterfelde-West, Stubenrauchstr. 10, zu senden. Den Mitgliedern können kostenlos nur 2 Arbeiten von je 6 Druckseiten in normalem Druck und der Raum einer Seite für Textfiguren in Strichätzung jährlich zugestanden werden. Alle Mehrkosten, die durch Ueberschreiten der im Vorstehenden festgesetzten Bedingungen entstehen, insbesondere auch die Kosten für Petitdruck im Text und Druck von Tabellen, sind vom Autor zu tragen. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke und Korrekturen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen sind zu senden an Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1923.

Für die Generalversammlung: R. v. Wettstein, Präsident; E. v. Tschermak, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: H. Miehe, Vorsitzender; A. Zimmermann, 1. Stellvertreter; H. Harms, 2. Stellvertreter; B. Leisering, 1. Schriftführer; R. Pilger, 2. Schriftführer; K. Snell, 3. Schriftführer; Schatzmeister: E. Tiegs.

Redaktionskommission: H. Miehe, B. Leisering, R. Pilger, K. Snell, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): A. Weiße, L. Diels, F. Herrig, R. Kolkwitz, F. Duysen.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Werden mehr als 50 Abzüge gewünscht, so muß die Bestellung der Ueberzahl vor der letzten Korrektur erfolgen; die Kosten für die Mehrabzüge werden besonders berechnet und sind vom Verfasser zu tragen.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68.

BAND XLI. JAHRGANG 1923. HEFT 6.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

AUSGEGEBEN AM 26. JULI 1923.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a.
1923. Made in Germany

Inhaltsangabe zu Heft 6

Nächste Sitzung der Gesellschaft **Freitag, den 27. Juli 1923,** abends 7 Uhr, im **Hörsaal des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität, Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Straße 1.

Achtung! Das nächste Heft erscheint **Mitte Oktober!**

Übersicht über die Mitgliederbeiträge

		Jahresbeitrag einschl. Berichte	Preis der Berichte im Buchhandel am 1. IV. 23	Vorzugspreis für das Botan. Zentralbl.[1]) 2. Halbbd.	Preis des Botan. Zentralblattes im Buchhandel am 4. 6. 23
Deutschland . . .	Mk.	**30000**,—	75000,—	25200,—	33600,—
Amerika	$	5,—	7,50	1,20	1,60
Belgien/Luxemburg	Frcs.	25,—	112,50	18,—	24,—
Dänemark	Kr.	18,—	33,75	5,40	7,20
England	Sh.	20,—	30,—	4,10	6,5
Frankreich . . .	Frcs.	25,—	93,75	15,—	20,—
Holland	Gld.	12,5	18,75	3,—	4,—
Italien	Lire	25,—	112,50	18,—	24,—
Japan	$	5,—	7,50	Sh. 4,10	Sh. 6,5
Norwegen	Kr.	18,—	37,50	6,—	8,—
Schweden	Kr.	18,—	26,25	4,20	5,60
Schweiz	Frcs.	25,—	37,50	6,—	8,—
Spanien	Pes.	25,—	37,50	6,—	8,—
Tschechoslowakei .	Kr.	25,—	168,75	27,—	36,—

An die Mitglieder, die ihren Wohnsitz in einem Lande haben, in denen die deutsche Markwährung höher ist als am 1. Juli 1914 (z. B. Rußland), erfolgt Lieferung der Berichte zu dem für Deutschland geltenden Preise, außerdem sind noch die Versandkosten zu ersetzen.

Alle Geldsendungen werden franko erbeten entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“ oder an den Schatzmeister, Dr. E. TIEGS, Berlin-Steglitz, Bismarckstr. 66, an den man auch alle auf die Bezahlung der Beiträge bezüglichen Schriftstücke gelangen lassen wolle. Zahlungen aus dem Auslande, die nach § 12 der Satzungen laut obiger Aufstellung in der bei den einzelnen Ländern angegebenen, also nicht in deutscher Währung zu erfolgen haben, erbitten wir nur durch Bankscheck oder in Noten.

Es wird gebeten, bei Anfragen Rückporto beilegen zu wollen.

---

1) Erscheint bei GUSTAV FISCHER, Jena, Postscheckkonto: Erfurt Nr. 986. Es wird gebeten, das Botan. Zentralblatt direkt beim Verleger zu bestellen.

Zu den oben angegebenen Vorzugspreisen kommen noch die Portospesen für die direkte Zusendung, die sich für Deutschland für den laufenden 2. Halbband des zweiten Bandes auf M. 760,— stellen. Die Berechnung des Portos für das Ausland erfolgt auf der Basis eines halben Schweizer Franken.

Achtung! Das nächste Heft erscheint **Mitte Oktober!**

Sitzung vom 29. Juni 1923.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Der Vorsitzende teilt mit, daß der Vorstand an unser Mitglied Herrn Prof. Karl OSTERWALD zu seinem 70. Geburtstag ein Glückwunschschreiben gerichtet hat, das Herr OSTERWALD durch ein Dankschreiben beantwortete. Beide Briefe werden vom Vorsitzenden verlesen.

Der Vorsitzende gibt der Versammlung bekannt, daß folgende Mitglieder verstorben sind: Herr Dr.

Carl Holtermann,

Professor an der Universität **Berlin**; Herr Professor

A. Zander,

Studienrat in **Berlin-Halensee**, starb am 23. April 1923 in seinem 59. Lebensjahre infolge eines schweren Darmleidens; Herr Prof. Dr.

Lorenz Hiltner,

Präsident der Bayrischen Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in **München**, starb am 6. Juni 1923 an einem Schlaganfall.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen von ihren Plätzen.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Bethge, Hans, Studienrat in **Potsdam-Wildpark** (durch R. KOLKWITZ und E. TIEGS),

Gscheidle, Adolf, Rektor in **Stuttgart**, Eßlinger Straße 20 (durch E. LEHMANN und F. OEHLKERS),

Günther, Franz, stud. phil. in **Berlin SW**, Alexandrinenstraße 24 (durch P. METZNER und L. BRAUNER),

Kamptner, Dr. **Erwin** in **Wien IV**, Schönburgstraße 11 (durch W. FIGDOR und F. VIERHAPPER),

Lenz, Willy in **Darmstadt** (durch H. SCHENCK und E. KÜSTER),

Olszewski, Wolf, Stadtamtsrat in **Dresden-N.** (durch R. KOLKWITZ und E. TIEGS),

Schneider, Erich in **Braunshardt** bei **Darmstadt** (durch H. SCHENCK und E. KÜSTER),

Schröder, Dr. **Franz**, Regierungsrat und Mitglied des Reichsgesundheitsamtes (durch A. MÜLLER und H. MORSTATT),

Troll, Dr. **Wilhelm**, Assistent am Botanischen Institut der Universität in **München** (durch K. V. GOEBEL und E. ESENBECK).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:

Faßbender, Paul, Diplomlandwirt in **Stuttgart,**
Klika, Dr. **Jaromir,** Dozent in **Prag,**
Nürnberg, Erich, cand. rer. nat. in **Halle,**
Pietsch, Albert, Lehrer in **Wensickendorf,**
Rehberg, M., Lehrer in **Oranienburg,**
Rump, Ludwig, Assistent in **Bonn-Poppelsdorf,**
Zimmermann, Dr. **Hans** in **Rostock.**

Wichtig für die Teilnehmer an der Generalversammlung!

Vorbestellungen für Zimmer (mit Preisumgrenzung) und Auskunft über eine beschränkte Anzahl billiger oder frei dargebotener Privatquartiere sowohl in Dresden als auch in Tharandt erteilt Privatdozent Dr. LÖFFLER, Tharandt, Forstakademie. Fahrzeit vom Hauptbahnhof (Dresden-A.) nach Tharandt im Vorortverkehr 30 Minuten.

Hotel- und Privatquartiere zu angemessenen Preisen werden für Sonntag, den 5. August, vorgesehen. Auskunftserteilung durch den Ortsausschuß am Sonntag Nachmittag von 2—6 Uhr im Hotel Bristol, Bismarckplatz 5—9, nahe Hauptbahnhof (Dresden-A.).

Die Begrüßung ist festgesetzt auf Sonntag, den 5. August, 7 Uhr nachm., im Kurfürstensaal des „Italienischen Dörfchens“, Theaterplatz, nahe der Augustusbrücke. Straßenbahn 10 und 11 bis Schloßplatz.

Es wird hierdurch nochmals darauf hingewiesen, daß gleichzeitig mit der Deutschen Bot. Gesellschaft in Dresden auch die Freie Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik und die Vereinigung für angewandte Botanik ihre Generalversammlungen abhalten. Für die Sitzung der letztgenannten Vereinigung sind bisher folgende Vorträge angemeldet:

1. Dr. MEYER-Landsberg a. W.: Neuere Studien über die Fritfliege.
2. Prof. Dr. SCHANDER-Landsberg a. W.: Studien über die Staudenkrankheiten der Kartoffeln.

Der Vorstand hat beschlossen, den Mitgliedsbeitrag vom 15. Juli ab auf **30000 M.** zu erhöhen.

Mitteilungen.

38. Walter Mevius: Beiträge zur Kenntnis der Farbstoffe und der Membranen von Haematococcus pluvialis.

(Eingegangen am 17. März 1923. Vorgetragen in der Junisitzung 1923.)

ZOPF (11) hat zum ersten Male die Farbstoffe, die in den roten Aplanosporen von *Haematococcus pluvialis* vorkommen, einer genaueren Untersuchung unterzogen. Er fand neben Chlorophyll ein gelbes zweibandiges Carotinoid und ein rotes einbandiges, das Hämatochrom. KOHL (3) läßt die Frage offen, ob das gelbe Carotinoid 2 oder 3 Bänder aufweist. WISSELINGH (9) konnte mikrochemisch 3 Carotinoide nachweisen. Spektroskopische Untersuchungen stellte er nicht an.

Bei meinen Untersuchungen wurden Aplanosporen verwandt, die infolge des gespeicherten Hämatochroms ziegelrot waren. Die Aplanosporen wurden mit gereinigtem Seesand gemahlen und dann nach WILLSTÄTTER (8) mit Azeton extrahiert. Die Farbstoffe wurden sodann aus dem Azeton in Petroläther überführt, diese Lösung mit 80 % Methylalkohol vom Xanthophyll befreit. Dasselbe wurde dann durch Vermischen mit Äther und Verdünnen mit Wasser vom Holzgeist befreit. Die ätherische und die petrolätherische Lösung wurden mit je 15 ccm methylalkoholischer Kalilauge versetzt und 1 Stunde im Schüttelapparat geschüttelt. Nach vollständiger Verseifung des Chlorophylls wurde die ätherische Lösung durch mehrmaliges Ausziehen mit Wasser von dem Chlorophyllin befreit. Dieser Auszug wurde nach WILLSTÄTTERs Methode weiter behandelt, und die erhaltenen Kristalle erwiesen sich als Xanthophyll.

In der gelben petrolätherischen Lösung befand sich auf dem Boden eine rote sirupartige Masse. Die gelbe Lösung wurde abfiltriert. Die aus derselben erhaltenen Kristalle waren Carotin. Das Filtrat wurde mehrere Male mit Wasser gewaschen, um das Chlorophyllin zu entfernen. Der rote unlösliche Rückstand wurde mit einer größeren Menge Petroläther wieder aufgenommen und das Fehlen von Chlorophyllinresten spektroskopisch festgestellt. Eine Auskristallisation dieses Farbstoffes, der im Petroläther mit gelbroter Farbe gelöst war, konnte nicht erreicht werden.

Die drei getrennten Farbstoffe wurden dann spektroskopisch untersucht und ihre Spektren auf panchromatischen Platten festgelegt.

Lösung I zeigte die drei Banden des Xanthophylls.

Lösung II zeigte die drei Banden des Carotins.

Lösung III zeigte nur eine Bande. Die Lage derselben stimmte mit der von ZOPF für das Hämatochrom angegebenen überein: an der Grenze von Blau und Grün, das Maximum bei der F-Linie. Wurde die rote sirupartige Masse mit Schwefelkohlenstoff aufgenommen, so löste sie sich sehr leicht darin mit burgunderroter Farbe. Im Spektrum war die Bande aber sehr stark nach links verschoben.

Ein zweibandiges Carotinoid konnte nicht nachgewiesen werden.

Die außerordentlich geringe Menge von Chlorophyll gegenüber der sehr großen Menge des Hämatochroms in den roten Aplanosporen möge hier Erwähnung finden.

Im folgenden habe ich die Zellwand von *Haematococcus pluvialis* untersucht.

Für die Aplanosporenwände von *Hämatococcus Bütschlii* wird von BLOCHMANN (1) Zellulose angegeben. Untersucht man ältere Kulturen, so gibt ein Teil der Wände mit Jod + H_2SO_4, Chlorzinkjod oder SCHULTZEs Reagens Blaufärbung. Ein großer Teil der Wände bleibt aber ungefärbt. In jungen Kulturen geben alle Aplanosporenwände deutlich Zellulosereaktion.

Alle Untersuchungen wurden an solchen Aplanosporen vorgenommen, die aus Kulturen stammten, die frei von anderen Algen waren. Für die Zellulosereaktion eignete sich am besten SCHULTZEs Reagens von KAHLBAUM, da man dann bei Verwendung von ziemlich trockenen Aplanosporen keine blauschwarze Färbung des Hämatochroms und keine Stärkereaktion erhält. In besonders zweifelhaften Fällen wurden die mit Diaphanol (SCHMIDT 6) vorbehandelten Zysten mit Diastase 3 × 24 Std. behandelt, um alle Stärke zu lösen. Das Hämatochrom war schon vorher durch das Chlordioxyd des Diaphanols zerstört worden. Vorbehandlung mit dem SCHMIDTschen Reagens war erforderlich, um ein Eindringen des Fermentes zu ermöglichen.

Junge Aplanosporen gaben nun folgendes Bild:

Die äußere Hülle besteht aus reiner Zellulose. — Rotfärbung mit Kongorot, Blaufärbung mit den Jodreagentien, löslich in Kupferoxydammoniak, unlöslich in Glycerin bei 300° nach WISSELINGH. —

In älteren Kulturen fehlt die äußere Hülle häufig. In einigen

Fällen kleben noch Reste an den darunter liegenden Zellwandschichten. Vereinzelt findet man auch die äußeren Schichten, die an einer Stelle geplatzt sind, ohne weiteren Inhalt. Das Fehlen der Zellulosewände in älteren Kulturen dürfte wohl zum größten Teil dem Einfluß zellulosezerstörender Organismen zuzuschreiben sein. In geringerem Maße wird es auch durch mechanische Einflüsse erfolgt sein.

Die eigentliche Aplanosporenwand besteht aber aus keiner gewöhnlichen Zellulose. Auch nach Behandlung mit Diaphanol, das Wandinkrusten wie Pektin, Lignin usw. löst, wurde mit den Zellulosereagentien keine Färbung erzielt; höchstens Braunfärbung mit Chlorzinkjod oder Jod + H_2SO_4. Die Wände waren unlöslich in Kupferoxydammoniak. Bei der Glyzerinbehandlung nach WISSELINGH lösen sie sich bei etwa 280°. Bei jüngeren Aplanosporen sind die inneren Wandschichten so stark von den äußeren verdeckt, daß sie bei Zusatz von Zellulosereagentien gefärbt erscheinen. Auf Druck springen aber die eigentlichen, nicht gefärbten Zysten aus den blaugefärbten äußeren Hüllen heraus.

Nicht mit Diaphanol vorbehandeltes Material wurde auf Pektin untersucht, da KUWADA (4) bei Chlamydomonaden diese Substanz nachgewiesen hatte. Als Vergleichsobjekt wurde *Chlamydomonas angulosa* benutzt. Die Färbungen mit Methylenblau, Safranin und Bismarckbraun waren bei *Chlamydomonas* stark positiv, bei *Haematococcus* negativ. Rutheniumrot färbte nur *Chlamydomonas*. Metallsalze wie $FeSO_4$ und Cu-Azetat wurden sehr stark gespeichert von *Chlamydomonas*, von *Haematococcus* wurde nur vereinzelt eine ganz geringe Menge gespeichert. Die Behandlung mit Metallsalzen erfolgte in der von SCHNEIDER (7) angegebenen Form. Die Wände von *Chlamydomonas* müssen aus einer mit Pektin durchsetzten Hemizellulose bestehen, da auch nach Vorbehandlung mit Diaphanol niemals Zellulosereaktionen erzielt wurden.

Im folgenden wurde dann das Verhalten der Aplanosporenwände gegen Säuren und Alkalien untersucht. In heißen und kalten konzentrierten Laugen erfolgte nur Quellung. Auch nach 3 Monate langem Verweilen in konzentrierter Kalilauge fand keine Auflösung statt. Die Festigkeit gegen Druck hatte in letzterem Falle allerdings erheblich nachgelassen. 40 % H_2SO_4 rief erst nach Wochen Auflösung hervor. Stärkere Säuren wirkten sehr viel schneller. In 70 % H_2SO_4 trat nach Stunden Auflösung ein. Kochende Mineralsäuren griffen sehr viel schneller an. 10 % HCl oder H_2SO_4 bewirkten schon nach zweistündigem Kochen ein Verschleimen der Membran. Groß ist die Widerstandsfähigkeit gegen

40 % Perhydrollösung. In konzentrierter Chromsäure findet man nach 3 × 24stündiger Einwirkung noch nicht aufgelöste Aplanosporenwände.

Um zu untersuchen, ob Pentosen am Aufbau dieser Wandschichten beteiligt sind, wurde die Furfurolreaktion ausgeführt. Aplanosporen wurden mit HCl vom spezifischen Gewicht 1,06 versetzt und destilliert. Das Destillat gab mit essigsaurem Anilin starke Rotfärbung. Durch Pektine konnte diese nicht hervorgerufen sein, da solche ja nicht vorhanden waren. Da schon eine ganz geringe Menge Sporenmaterial die Reaktion gibt, muß die Hauptmasse der Aplanosporenwände aus fünfwertigen Zuckern aufgebaut sein.

Behandelt man Aplanosporen mit 72 % H_2SO_4, so werden nach einiger Zeit die zelluloseartigen und hemizelluloseartigen Schichten gelöst. Untersucht man dann aber den Rückstand, so sieht man, daß noch eine feine zarte Schicht zurückgeblieben ist, die auch nach 3 Monate langer Einwirkung nicht aufgelöst wird. Nach den Untersuchungen von RUMP (5) an den Zellwänden verschiedener Pflanzen konnte die Vermutung auftauchen, daß es sich um lignin- oder cutinähnliche Substanzen handelt. Alle Holzreaktionen waren aber negativ. Eine Lösung von 100 ccm 6 % H_2O_2 + 20 ccm 24 % NH_3 (RUMP) brachte auch nach Wochen den Stoff nicht zur Lösung. Lignine scheiden also aus. Die Restsubstanz wurde aber sofort beim Kochen mit 3 % alkohol. Kalilauge gelöst. Andrerseits zeigte sich auch, daß nach vorherigem Kochen mit derselben Lauge 72 % H_2SO_4 die Sporen restlos löste. Mit Sudan färbte sich der Rückstand, der nach der Behandlung mit 72 % H_2SO_4 verblieb, unter gelindem Erwärmen rot. Es kann sich also nur um einen Stoff handeln, der den Cutinen sehr nahesteht. Hierfür spricht auch die Widerstandsfähigkeit gegen konzentrierte Chromsäure. Eine Färbung der nicht vorbehandelten Wände mit Sudan oder Alkanna ist mir allerdings niemals gelungen, wohl aber eine solche mit ZIEHLschem Karbolfuchsin nach der Methode von FISCHER (2).

Die Wände der Zoosporen wurden schon von BLOCHMANN (1) und WOLLENWEBER (10) untersucht. Ersterer nimmt Zellulose an, obwohl er in einigen Fällen keine deutliche Blaufärbung mit Zellulosereagentien bekommen hat. Letzterer lehnt das Vorhandensein von Zellulose ab und nimmt an, daß die manchmal beobachtete Blaufärbung „auf das Eindringen von durch Jod + H_2SO_4 gelöster und gefärbter Stärke in die Membransubstanz“ zurückzuführen ist. Mit SCHULTZEs Reagens konnte ich auch bei ausgewachsenen, mit

dicken Quellschichten versehenen Zoosporen niemals Blaufärbung erhalten. Alle Pektinreaktionen fielen auch negativ aus. Mit Methylenblau trat allerdings Blaufärbung kleiner in der äußersten Schicht gelegener Körnchen ein. Diese Beobachtung wurde auch schon von WOLLENWEBER gemacht. Bilden sich aber in einer alten Aplanosporenkultur neue Schwärmer, so zeigen die vier jungen Teilungsprodukte, solange sie noch in der Muttermembran sind, deutlich Zellulosereaktion. Bei der darauf folgenden Quellung der Membranen der Tochterindividuen bleibt die Färbung aus. Fängt hingegen die Zoospore wieder an, sich in eine Aplanospore umzuwandeln, so geben die zusammengeschnurrten Quellschichten wieder Zellulosereaktion, und die an den Aplanosporen, besonders an den jüngeren, schon vorher erwähnten äußeren Zelluloseschichten sind nichts anderes als die zusammengeschrumpften Quellschichten der Zoospore. Es liegt also der Schluß sehr nahe, daß die Quellschichten aus einem Stoff bestehen, der der echten Zellulose sehr nahesteht; denn sie geht aus echter Zellulose hervor und gibt auch nach Bildung der Aplanosporenwand wieder Zellulosereaktion.

Kurze Zusammenfassung der wichtigsten Resultate.

Die roten Aplanosporen von *Haematococcus pluvialis* enthalten 3 Carotinoide: Xanthophyll, Carotin und das einbandige Hämatochrom. Ein von ZOPF beobachteter zweibandiger gelber Farbstoff war nicht vorhanden. Sehr wahrscheinlich war er ein Gemisch von Xanthophyll und Carotin.

Die eigentliche Wand der Aplanosporen besteht aus einer Hemizellulose, an deren Aufbau zum größten Teil fünfwertige Zucker beteiligt sind. Inkrustiert ist dieselbe von einem Stoff, der den Cutinen nahesteht.

Die Quellschicht der Zoosporen, die keine Zellulosereaktion gibt, geht aus echter Zellulose hervor und wird nach Bildung der Aplanosporenwand auch wieder in echte Zellulose verwandelt.

In den verschiedenen Entwicklungsstadien von *Haematococcus pluvialis* führen die Zellwände niemals Pektin, während die Wände von *Chlamydomonas angulosa* aus mit Pektin versetzten Hemizellulosen bestehen.

Botanisches Institut Münster (Westf.), März 1923.

Benutzte Literatur.

1. BLOCHMANN, F., Über eine neue *Haematococcus*art. Habilitationsschrift Heidelberg 1886.
2. FISCHER, H., Bot. mikrotechnische Mitteilungen. Zeitschr. für wiss. Mikr. 29, 1912, p. 64—65.

3. KOHL, F. G., Unters. über das Carotin und seine phys. Bedeutung. 1902.
4. KUWADA, J., Some peculiarities observed in the culture of *Chlamydomonas*. Bot. Mag. Tokyo 52, 1916, p. 347.
5. RUMP, E, Chemie und Struktur der Pflanzenmembran. Diss. Münster 1914.
6. a) SCHMIDT, E. und GRAUMANN, E., Zur Kenntnis pflanzl. Inkrusten I. Ber. d. d. chem. Ges. 54, 1921, p. 1860.
b) SCHMIDT, E und DUYSEN, F., Zur Kenntnis pflanzl. Inkrusten II. Ebenda. p. 3241.
7. SCHNEIDER, H., Bot. Mikrotechnik. 1922.
8. WILLSTÄTTER, R. und STOLL, A., Untersuchungen über Chlorophyll. 1913.
9. WISSELINGH, C. VAN, Über die Nachweisung und das Vorkommen von Carotinoiden in der Pflanze. Flora 107, 1915, p. 371—432.
10. WOLLENWEBER, W., Untersuchungen über die Algengattung *Haematococcus*. Ber. d. D. Bot. Ges. 26, 1908, p. 238—298.
11 ZOPF, W., COHNs Hämatochrom ein Sammelbegriff. Biol. Zentralbl. 15, 1895, p. 417—426.

39. Bruno Huber: Beiträge zur Kenntnis der Wasserbewegung in der Pflanze.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 24. März 1923. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Durch die experimentellen Untersuchungen von RENNER (1911, 1918), JOST (1916), URSPRUNG (1916) und NORDHAUSEN (1919, 1921) sind in der Pflanze Spannungen von mehreren Atmosphären festgestellt worden, die in bestimmten Fällen (Saugwirkung durch einen künstlichen Tonwiderstand bei NORDHAUSEN, Hebung von Quecksilber auf über Barometerhöhe in Lianengefäßen bei URSPRUNG) selbst nach der Ansicht der Gegner der Kohäsionstheorie nur durch die Kohäsion des Füllwassers der Leitbahnen erklärlich sind. Es ist demnach sicher nachgewiesen, daß in der Pflanze eine Wasserbewegung auf kürzere Strecken durch Kohäsionszug erfolgen kann. Wenn sich trotzdem manche Forscher heute noch scheuen, die Kohäsionstheorie als endgültig bewiesen anzusehen. so liegt der Grund hierfür in der Überschätzung der Widerstände längerer Leitbahnstrecken, die ihnen eine Anwendung der Kohäsionstheorie zur Erklärung der Wasserbewegung auf weitere Strecken auszuschließen scheint (URSPRUNG und BLUM 1920). Mangels genauerer zahlenmäßiger Werte wird nämlich die für die Wasserbewegung notwendige Potentialdifferenz einfach proportional der Länge der Leitbahnen angenommen. Dann würden wir in größeren

Bäumen zur Wasserbewegung Kräfte benötigen, die zwar noch lange nicht die Grenze der Kohäsion des Wassers erreichen (die in pflanzlichen Geweben von RENNER 1915 und URSPRUNG 1915 mit über 300 Atmosphären bestimmt wurde), die aber die osmotische Leistungsfähigkeit der lebenden Zellen überschritte, deren osmotischer Wert im allgemeinen nur um etwa 20 Atmosphären herum zu liegen scheint. Soll die Kohäsionstheorie die Wasserbewegung in der Pflanze erklären können, so muß sie das auf Grund von Spannungen tun können, die sich innerhalb des osmotischen Wertes der an die Leitbahnen grenzenden Zellen halten.

Das erscheint nun auf Grund meiner Untersuchungen ohne weiteres möglich. Nach dem OHMschen Gesetz ist die Spannung (Potentialdifferenz), die zur Erzielung einer bestimmten Stromstärke notwendig ist, direkt proportional dieser Stromstärke und dem Widerstand.

Was zunächst die Stromstärke, in unserem Fall die Transpirationsgröße, anlangt, so haben meine Bestimmungen an *Sequoia gigantea*, die im einzelnen an anderer Stelle veröffentlicht werden, in zunehmender Stammhöhe eine ungemein auffällige Abnahme der Transpirationsgröße ergeben.

An einem schwülen, etwas windigen Frühsommertag (24. Mai 1922) fand ich den stündlichen Wasserverlust pro Gramm Frischgewicht an Zweigen

aus 2 m Höhe . . 29 mg,	aus 10 m Höhe . . 10 mg.
„ 4 m „ . . 27 „	„ 12 m „ . . 7 „ und
„ 6 m „ . . 15 „	„ 14 m „ . . 14 „
„ 8 m „ . . 15 „	

Aber auch an einem bewölkten, windstillen Dezembertag (14. Dezember 1922, Temperatur um 0 °) war in schwächerem Maße dieselbe Gesetzmäßigkeit erkennbar:

2 m Höhe . . . 21 mg,	(10 m Höhe . . . 19 mg),
4 m „ . . . 19 „	12 m „ . . . 12 „
6 m „ . . . 15 „	14 m „ . . . 11 „
8 m „ . . . 14 „	

Und selbst die starke Transpirationseinschränkung vom eisigen Morgen des 28. November 1922 (— 6 °, nächtliches Minimum — 8·5 °) vermochte sie nicht ganz zu verwischen:

4 m . . . . 10 mg,	10 m . . . . 8 mg.
6 m . . . . 8 „	12 m . . . . 4 „
8 m . . . . 8 „	14 m . . . . 6 „

Diese Ergebnisse dürften für Nadelhölzer ziemlich allgemeine Gültigkeit haben. Bei Laubhölzern liegen die Verhältnisse aller-

dings weit verwickelter. Sie sind noch Gegenstand weiterer Untersuchungen, die später mitgeteilt werden sollen.

Eine zweite Reihe von Untersuchungen diente der Bestimmung der Gefäßweiten unter verschiedenen Wasserversorgungsbedingungen. Die Ergebnisse sind kurz folgende:

1. Bei Immergrünen sind die Gefäße stets enger als bei sommergrünen Verwandten. Der anatomische Befund bestätigt auf breiterer Grundlage die Angaben von GROOM (1910) und deckt sich mit den experimentellen Bestimmungen von FARMER (1918) über die spezifische Leitfähigkeit bei immergrünen und sommergrünen Hölzern.

2. Bei derselben Art nimmt die Gefäßweite in zunehmendem Alter und in größerer Stammhöhe zu, sie ist an Sonnenzweigen größer als an Schattenzweigen, und sie ist schließlich bekanntlich im Spätholz geringer als im Frühholz. Analog liegen die Verhältnisse bei den Tracheiden der Nadelhölzer. Den Ergebnissen meiner Mikrometermessungen entsprechen wiederum die Erfahrung der Forstleute über Verschlechterung der Holzqualität in größerer Stammhöhe (HARTIG 1885, S. 36, 41; 1888, S. 35) und die experimentellen Bestimmungen von FARMER.

Eine einheitliche Ursache für die Veränderungen der Gefäßweite läßt sich noch nicht angeben. Bemerkenswert ist, daß die Schatten- und Jugendzweige in der Gefäßweite den Immergrünen näher stehen als die Lichtzweige und damit auch die längere Lebensdauer ihrer Blätter (ENGLER 1913, MAIERHOFER 1922) übereinstimmt. Ob sich hieraus auf die Bewertung des immergrünen Blattes als xerophiles Merkmal Schlüsse ziehen lassen, soll hier nicht erörtert werden. Sehen wir aber von den Immergrünen ab, so ergibt sich, daß die Pflanze auf Erschwerung der Wasserversorgung, wie sie die Ausbildung eines größeren Stammes bedeutet, mit Verringerung des Widerstandes, Erhöhung ihrer spezifischen Leitfähigkeit antwortet. Bei gleicher Strömungsgeschwindigkeit ist ja der Reibungswiderstand dem Quadrat des Radius der Gefäße verkehrt proportional. Zur genauen Beurteilung der Leitfähigkeit müssen wir allerdings auch die Zahl der Leitbahnen auf der Flächeneinheit, also den tatsächlich leitenden Querschnitt kennen, dem die Leitfähigkeit direkt proportional ist. Schließlich muß die Strömungsgeschwindigkeit aus dem Verhältnis zwischen Gesamtwasserverbrauch und leitendem Gesamtquerschnitt bestimmt werden. Solche Bestimmungen sind in Ausführung begriffen.

Schon aus dem Vorliegenden geht aber hervor, daß die für die Wasserbewegung notwendige Spannung keineswegs

proportional der Länge der Leitbahnen zunimmt, daß vielmehr Abnahme der Transpiration und Zunahme der Leitfähigkeit die Wasserbewegung auf größere Strecken mit Saugkräften derselben Größenordnung möglich machen, wie sie auf kurze Strecken wirksam nachgewiesen sind. Osmotische Saugkräfte, wie sie URSPRUNG und BLUM z. B. bei der Buche nachgewiesen haben (1916), und der Grad ihrer Zunahme in größerer Stammhöhe (S. 553) scheinen zur Erklärung der Wasserbewegung nach der Kohäsionstheorie vollkommen hinreichend.

Wien, März 1923, Lehrkanzel für Botanik der Hochschule für Bodenkultur.

Literatur.

1. ENGLER, A. (1913), Mitt. d. Schweiz. Centralanst. f. d. forstl. Versuchsw., 10. Bd., S. 107.
2. FARMER, J. B. (1918), Proc. Roy. Soc., ser. B, vol. 90, S. 218—250.
3. GROOM, P. (1910), Ann. of Bot., 24. Bd., S. 241.
4. HARTIG, TH. (1885), Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume. Berlin.
5. —, — (1888), Das Holz der Rotbuche. Berlin.
6. JOST, L. (1916), Zeitschr. f. Bot., 8. Bd., S. 1.
7. MAYERHOFER, E. (1922), Verh. Zool. Bot. Ges., Wien, 72. Bd., S. (99).
8. NORDHAUSEN, M. (1919), Jb. f. w. Bot., 58. Bd., S. 295.
9. —, — (1921), Jb. f. w. Bot., 60 Bd, S. 307.
10. RENNER, O. (1911), Flora, 103. Bd., S. 171.
11. —, — (1915), Jb. f. w. Bot., 56. Bd., S. 617.
12. —, — (1918), diese Ber., 36 Bd., S. 172.
13. URSPRUNG, A. (1915), diese Ber., 33. Bd., S. 153.
14. —, — (1916), diese Ber., 34. Bd., S. 475.
15. — und BLUM, G. (1916), diese Ber., 34 Bd, S. 539.
16. — —, — (1920), Verh. Schweiz. Naturf. Ges in Neuenburg.

40. H. Freund: Die Abhängigkeit der Zelldimensionen von Außenbedingungen. Versuche mit Oedogonium pluviale.

(Eingegangen am 17. April 1923. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Es ist bekannt, in wie großem Maße die Dimensionen der Zellen desselben Algenfadens hinsichtlich der Länge wie der Breite variieren können. Vielfach sind die Fäden durch regelmäßigen Wechsel verschiedendimensionaler Zellen in auffallender Weise rhythmisch gegliedert. Demgegenüber zeichnen sich Fäden der gleichen Spezies, zu anderen Zeiten dem Standort entnommen, durch weitgehende Konstanz der Größenverhältnisse ihrer Zellen

aus, so daß der Befund unter natürlichen Bedingungen gewachsener Algenfäden den Gedanken alsbald in die Ferne rückt, dieser Rhythmus könne ein autonomer, eine allein in der spezifischen Struktur der Alge begründete Erscheinung sein.

Da ich bei *Oedogonium pluviale* diese Verhältnisse häufig realisiert fand, schien mir diese Alge ein günstiges Objekt zur Untersuchung der Frage zu sein, innerhalb welcher Grenzen sich die Zelldimensionen durch Anwendung wechselnder Außenbedingungen abändern lassen, von welchen Faktoren sie unter Umständen abhängig sein können, ob und wieweit sich eine Trennung von meristischem und Streckungswachstum erzielen lasse ähnlich, wie es RACIBORSKI für Pilze gelang, ob und wieweit sich die Art des Wachstums in den Zelldimensionen dokumentiere.

Oed. pluv. war um so geeigneter, als diese Alge drei Anforderungen genügte, die eine derartige Untersuchung vom Material verlangt. Da man mit unbedingter Sicherheit bei *Oed. pluv.* in wenigen Tagen die Bildung der Sexualorgane durch intensive Beleuchtung herbeiführen kann, hat man u. a. die beste Kontrolle für speziesreine Objekte. Zweitens — und das ist mindestens ebenso wichtig — müssen die Algen den gleichen physiologischen Zustand haben. Bei natürlichem Material ist das sicher nie der Fall. Nur längere Kultur unter gleichartigen Bedingungen sichert solche physiologische Gleichartigkeit bezüglich des Vorlebens und des Zustandes. *Oed. pluv.* hält über 1½ Jahre den Aufenthalt in destilliertem Wasser bei mäßiger Belichtung aus, ohne seinen reaktionsfähigen Zustand zu verlieren. Dabei nehmen die Oedogonien ein gelbliches Aussehen an und speichern Stärke in solcher Fülle, daß jeglicher sonstige Zellinhalt unerkennbar wird. Ich habe jetzt *Oed. pluv.* in solchen Kulturen seit dem Herbst 1921 und erziele Auflösung der Stärke, Ergrünen und Zoosporenbildung im Hellen wie im Dunkeln innerhalb weniger Tage nach Überführung in verdünnte Nährlösung. In meinen Versuchen wurden ca. ½ Jahr alte dest. Wasser-Kulturen benutzt. Schließlich ist es notwendig, nicht von alten Fäden direkt, sondern von Zoosporen auszugehen und die Wirkung der Außenbedingungen auf die jungen Fäden zu beobachten. Alte *Oedogonium*fäden reagieren auf Wechsel in den umgebenden Verhältnissen nicht durch Veränderung ihrer Zelldimensionen, sondern durch Zellteilungen. Das Gemisch alter und neuer Zellen kann aber leicht zu Täuschungen führen. Nach meinen früheren Erfahrungen (Flora 1907) gelingt die Herbeiführung der Zoosporenbildung bei *Oed. pluv.* gerade nach Kultur in destilliertem Wasser absolut sicher, wenn man durch geringe Nährsalzgaben die

sistierten vegetativen Prozesse wieder anregt. Gleichzeitig gewährleistet der Ausgang von Zoosporen, die von morphologisch gleichem, gleichmäßig kultiviertem Material unter gleichen Bedingungen gewonnen wurden, daß man es bei seinen Versuchen nicht mit physiologisch verschiedenen Rassen zu tun hat -- eine Vorsicht, die nach vielen Erfahrungen dringend geboten ist.

Die bis jetzt vorliegenden Ergebnisse meiner Versuche teile ich hier kurz mit und werde eine ausführlichere Behandlung, insbesondere eine allgemeine Erörterung des Problems und ein Eingehen auf die Literatur an anderer Stelle nach Abschluß aller Versuche folgen lassen. Ich benutze die Gelegenheit, um Herrn Prof. Dr. KARSTEN herzlich dafür zu danken, daß er mir gestattete, in seinem Laboratorium zu arbeiten, und daß er mir in jeder Weise seinen Rat freundlich zuteil werden ließ.

Zur Methodik ist zu bemerken, daß die Zoosporen in 0,2 % KNOP-Lösung im Dunkeln gebildet wurden. Nachdem die Schwärmer zur Ruhe gekommen sind, lassen sie sich in die einzelnen Kulturmedien überführen, indem man mit einer Glasröhre eine Flüssigkeitslamelle überträgt. Es kamen kleine geschlossene Glasdosen mit 10 ccm Flüssigkeit zur Verwendung. Die jungen Fäden wurden nach dem Glyzerinverfahren auf Objektträgern eingebettet, nachdem festgestellt war, daß durch diese Art der Behandlung keine wesentliche Verschiebung der Größenverhältnisse gegenüber dem lebenden Zustand eintrat. Meine Daten sind die Mittelwerte aus den Zellen von 25 Fäden jeder Kultur, und zwar erst von der zweiten neugebildeten Zelle ab gerechnet. Die Mittelwerte der ersten neuen Zellen waren unter allen Bedingungen wohl infolge der nahen Beziehung zu den unter gleichen Bedingungen entstandenen Zoosporen annähernd gleich. Erst von der zweiten Zelle ab machten sich die neuen Außenbedingungen geltend.

Um den Einfluß des Lichtes in quantitativer und qualitativer Hinsicht festzustellen, wurde eine 125 kerzige Osramlampe in 20 cm Höhe über der Ebene des Flüssigkeitsspiegels der Kulturen seitlich und horizontal über einem Tisch angebracht. Auf dem Tisch waren konzentrische Kreise so gezogen, daß die Kulturgefäße, die auf den Kreisen auf zur Längsachse der Lampe symmetrischen Radien standen, der Reihe nach von einer Lichtstärke von 1250, 625, 312, 156, 78, 39, 19, 10, 5, 2,5, 1,2 Kerzen bestrahlt wurden. Die Zahlen sind natürlich infolge mancher Schwankungen und der unvermeidlichen Reflexion nicht absolut genau, aber das Verhältnis der Lichtstärken dürfte wohl stimmen. Die Temperatur war ziemlich konstant 14° C. Auf dem ersten Kreise war die Temperatur

4—5 ° C höher, ein Intervall, das nach vielen Erfahrungen bei *Oedogonium* in unserer Hinsicht ohne Einfluß ist. Der Versuch begann am 20. 3. 1921. Die Messungen ergaben nach fallenden Lichtintensitäten geordnet für 0,2 KNOP-Lösung bei Dauerbelichtung nach 9 Tagen:

Länge in μ: 41,9, 44,9, 42,1, 42,5, 40,8,
Breite in μ: 16,4, 15,6, 15,7, 16,2, 15,8,

nach 14 Tagen:

Länge in μ: 39,0, 40,8, 40.9, 41,0, 45,0, 43,2, 44,0,
Breite in μ: 16,7, 16,6, 15,7, 16,0, 15,3, 14,8, 13,8,

für Leitungswasser nach 9 Tagen:

Länge in μ: 62,3, 68,0, 62,8, 67,1,
Breite in μ: 11,8, 10,8, 11,2, 10,0.

Bei Belichtung unter etwa 10 Kerzenstärke keimten die Zoosporen auch in Nährlösung nicht aus. In Leitungswasser genügte auch eine Stärke von 39 Kerzen noch nicht, um Teilungen anzuregen.

So auffallend der Unterschied in den Zelldimensionen bei Kultur in Nährlösungen und im Leitungswasser ist, so tritt die Unabhängigkeit dieser Dimensionen ceteris paribus von der Lichtintensität mindestens innerhalb der von mir benutzten Intensitätsdifferenzen deutlich hervor. Die Leitungswasserzellen sind um mehr als die Hälfte länger als die Nährlösungszellen und um ein Viertel der Breite schmaler. Demgegenüber sind die Differenzen innerhalb der Kulturen gleichen Mediums sehr gering und lassen keinerlei Regelmäßigkeit erkennen. Nicht minder ausgeprägt ist der Unterschied des Zellinhaltes. Die Nährlösungszellen sind lebhaft grün; der Chloroplast tritt in seiner charakteristischen Form deutlich hervor; der Kern ist klar zu sehen; Stärke ist nur in einigen rings um den Kern gelagerten Körnern enthalten und keinesfalls gespeichert; die Vakuole sieht man nur durch den Wandbeleg hindurch. Im Gegensatz dazu schreiten die Leitungswasserzellen sofort zur Stärkespeicherung, die den Chloroplasten als solchen alsbald unkenntlich macht, nehmen nicht die intensiv grüne Farbe an, und vor allem ist die Vakuole derartig vergrößert, daß sie fast das ganze Zellinnere ausmacht, und daß der lebende Zellinhalt mit Ausnahme eines dünnen plasmatischen Wandbeleges gegen das apikale Ende der Zelle hingedrängt ist. Während also Kultur in Nährlösung das meristische Wachstum der Zellen fördert, wird diese Art des Wachstums im Leitungswasser sistiert, und es tritt nur noch einseitiges Streckungswachstum ein. Besonders zeigen diese Erscheinung die Zellen, die nach einer Reihe von Zellteilungen nur noch wenig Plasma von der Schwärmspore her mitbekommen

haben und unter den gegebenen Bedingungen neues nur in geringem Maße bilden konnten. So finden wir denn Endzellen, die 150 μ, ja über 300 μ lang zu feinen Haaren ausgezogen sind, am Grunde noch ca. 6 μ breit, am Ende unmeßbar dünn. In meinen Mittelwerten sind diese Endhaare nicht enthalten, da ihre Einrechnung das Bild der anderen Zellen verzeichnet haben würde. Der Kern und die wenigen Stärkekörner liegen meist in der Mitte dieser Endhaare. Die letzte Zelle hat sich noch regelrecht mit der für *Oedogonium* charakteristischen Ringbildung geteilt. Beim Hervorschieben der neuen Zelle wird der Membrandeckel zur Seite abgehoben, fällt ab oder bleibt seitlich hängen, und die Zelle folgt ihrem hemmungslosen Streckungswachstum. Solche Wasserleitungsödogonien lassen sich bei intensiver Beleuchtung zur Oogonienbildung bringen. Die Bildung von männlichen Fortpflanzungszellen und Schwärmsporen gelang mir mit ihnen nicht. Bei Überführung in Nährlösung trat Ergrünen, Zellteilung und Bildung typischer Nährlösungszellen ein mit Dimensionen, wie sie für Nährlösungskultur charakteristisch sind.

Bei *Oedogonium* lassen sich also meristisches und Streckungswachstum in hohem Grade voneinander trennen, aber die Lichtintensität spielt dabei innerhalb einer Stärke von 30—1250 Kerzen keine Rolle, wenn die anderen Lebensverhältnisse gleich sind.

Ebenso wie die Lichtintensität erwies sich auch die Lichtqualität innerhalb des Bereiches der verwendeten Wellenlängen als belanglos. Die Kulturgefäße, mit 0,2 % KNOP-Lösung beschickt, wurden lichtdicht mit farbigen Gläsern bedeckt, die kurz gesagt 1. dunkelrotes, 2. rotes, 3. oranges, 4. gelbes, 5. hellgrünes, 6. mittelgrünes, 7. dunkelgrünes, 8. hellblaues, 9. dunkelblaues, 10. violettes Licht durchließen. Die Kulturen standen 20 cm senkrecht unter der Osramlampe. Es ergaben sich nach 9 tägiger Dauerbeleuchtung folgende Mittelwerte:

Länge in μ: 1. 43,9, 2. 41,2, 3. 41,6, 4. 41,5, 5. 38,4, 6. 38,7, 7. 38,0, 8. 38,3, 9. 39,9, 10. 37,9,

Breite in μ: 1. 14,2, 2. 14,5, 3. 15,1, 4. 14,3, 5. 13,3, 6. 14,5, 7. 13,9, 8. 13,7; 9. 13,2, 10. 14,6.

Wieder tritt die Konstanz der Zelldimensionen bei Kultur im Licht verschiedener Qualität deutlich zutage. Die Zellen weisen äußerlich und innerlich sämtlich den Nährlösungstyp auf. Da die Lichtstärken durch die verschiedenfarbigen Gläser sicher sehr verändert waren, so verstärken diese Versuche auch die bezüglich der Lichtquantität erzielten Ergebnisse.

Nachdem die erste Versuchsreihe die Bedeutung der anorgani-

schen Salze für die vorliegende Frage gezeigt hatte, wurden Zoosporen in verschiedenen Konzentrationen der KNOP-Lösung kultiviert, und zwar im Nordfenster bei diffusem Tageslicht, bei Wechsel von Tag und Nacht und bei einer Temperatur von 16—18° C. Der Versuch begann am 9. 6. 1921. Ich gebe die Mittelwerte erst nach 7-, dann nach 17 tägiger Kultur an:

	Länge in μ:		Breite in μ:	
0,002 %	65,1,	58,0	10,5,	11,0
0,01 %	62,1,	62,6	11,2,	12,0
0,02 %	53,0,	62,0	13,7,	12,6
0,1 %	37,0,	37,0	16,0,	16,3
0,2 %	39,0,	41,3	16,0,	17,24
0,4 %	34,4,	36,8	16,9,	17,5
0,6 %	31,1,	35,0	16,3,	16,8
0,8 %	25,6,	26,7	16,4,	16,5
1 %	22,7,	20,8	15,3,	16,2

Mit steigender Konzentration der Nährsalze wird die Länge verringert, die Breite gesteigert, wenn die Steigerung der Zellbreite bei den höheren Konzentrationen auch nicht mehr zunimmt, sondern eher wieder in Abnahme umschlägt. Diese Konzentrationen wirken schließlich auf das Gesamtleben der Zellen schädigend. Die in geringerer als 0,1 % iger Lösung gewachsenen Zellen zeigen auch bezüglich ihres Inhaltes deutlich den Übergang zu den Leitungswasserformen, was Chloroplast, Stärke und Vakuolen angeht. In höher als 0,1 % konzentrierten Lösungen ist nur der Nährlösungstyp zu finden. Die Menge der zur Verfügung stehenden Nährsalze zeigt sich demnach als der Faktor, der für die Regulierung der Zelldimensionen von ausschlaggebender Bedeutung ist. Ein Fehlen dieser Salze bringt das meristische Wachstum zum Stillstand und fördert einseitiges Streckungswachstum, eine höhere Konzentration verhindert das Streckungswachstum und gibt nur für meristisches Wachstum Raum.

Es fragt sich, ob diese Wirkung der Salze eine rein physikalische ist oder in deren chemischen Effekten ihren Grund hat oder in beiden. Exakt werden sich beide Faktoren kaum trennen lassen. Daß der osmotische Druck der Lösung mindestens nur eine untergeordnete Rolle spielt, scheint mir aus Versuchen mit $\frac{N}{50}$ NaCl-Lösung hervorzugehen. In solcher nährsalzarmen Lösung werden lange Zellen, sogar haarförmige Endzellen, inhaltlich den Leitungswasserformen gleichend, produziert. Die Förderung des Streckungswachstums gegenüber dem meristischen war augenscheinlich, aber

die Zellen waren dicker, sogar etwas dicker als die Nährlösungszellen. Es wäre denkbar, daß unter mechanischen Einflüssen des Außenmediums das Streckungswachstum nicht nur einseitig der Länge nach erfolgt, sondern sich auch in der Breitenrichtung auswirkt. Die Ergebnisse meiner Versuche bezüglich der zweiten Möglichkeit werde ich später mitteilen, wenn die mühevollen Messungen abgeschlossen sind.

Allgemein läßt sich sagen: Faktoren, die Speicherung der Stärke gestatten, verhindern Fortsetzung meristischen Wachstums, ohne das Streckungswachstum zu beeinträchtigen. Meristisches Wachstum kann nur unter Bedingungen eintreten, unter denen eine Speicherung des Assimilates unterbunden ist, oder unter denen vorhandene Stärke wieder in den Stoffwechsel einbezogen werden kann. Dem widerspricht nicht, daß in der Natur viele kurz- und dickzellige Fäden, angefüllt mit Stärke, und lang- und dünnzellige, grüne, stärkefreie Ödogonien vorkommen. Dieser Befund weist nur auf Wechsel in den Außenbedingungen nach Entstehung jener Zellen hin und zeugt für den Mangel der Fähigkeit der *Oedogonium*-Zellen, Dimensionsveränderungen besonders bezüglich der Länge nach ihrer Entstehung noch vorzunehmen.

Mein Urteil über die Art des Wachstums im einzelnen Fall beruhte auf Vergleich der Zellinhalte. Es fragt sich, wie weit die gleichzeitig mitgeteilten Zelldimensionen ein Ausdruck für die Art des Wachstums sind. In dieser Hinsicht ist zu sagen, daß bei *Oed. pluv.* in der Angabe der Zellenlänge eine eindeutige Angabe der Wachstumsart vorliegt, indem eine Länge über 40—45 μ hinaus unbedingt auf bevorzugtes Streckungswachstum hinweist. Die Zellbreite ist nicht so einfach zu deuten. Geringe Zellbreite (10—11 μ) zeugt sicher für äußerst geringes meristisches Wachstum, aber große Breite kann nicht nur bei Vermehrung des plasmatischen Inhaltes, sondern auch bei Vakuolenvergrößerung erzielt werden, und die Verhältnisse in NaCl-Lösung lassen annehmen, daß hier osmotische oder andere mechanische Wirkungen vorliegen, wie z. B. Folgen des Druckes, den die dichtere Lösung dem Vorschieben der Vorderzellen entgegenstellt. Außerdem kommt aber bei der Breite noch eine Abhängigkeit von der individuellen Anlage der Mutterzelle hinzu. So sicher und so deutlich erkennbar die Kulturbedingungen die Zellbreite beeinflussen, so ließ sich doch in allen Kulturen feststellen, daß breitere Zoosporen im Verhältnis auch breitere Nachfolgezellen haben als dünnere Zoosporen — ganz im Gegensatz zu den Längenbeziehungen, die solchen individuellen Einschlag nicht aufweisen. So nimmt denn bei Fäden, die unter

gleichbleibenden Kulturbedingungen gewachsen sind, die Zellbreite gegen das Fadenende hin ab infolge der charakteristischen Teilung bei *Oedogonium.* Bei längerer Kultur machen sich dann auch die anderen, die Breite beeinflussenden Faktoren immer bemerkbarer, so daß die bei späteren Zellteilungen entstandenen Zellen nun je nachdem dicker oder dünner werden können als die zuerst entstandenen. So erscheinen die Fäden septiert, und im Rhythmus in der Dicke der Zellen darf man eine resultierende Erscheinung aus Individualgröße, Kulturbedingung, Anzahl der Zellteilungen und Kulturdauer sehen. Anders die Rhythmen der Zellenlängen. Die ganz ausgesprochene Abhängigkeit der Zellenlänge von der Nährsalzmenge der Umgebung gab mir die Möglichkeit, diese Rhythmen in verschiedener Form willkürlich hervorzurufen durch Wechsel in den Außenbedingungen, oder zu unterdrücken durch Konstanz derselben.

In einer weiteren Mitteilung werde ich auf die Beziehungen der Zellteilung zu den Zelldimensionen und Wachstumsarten und auf meine Variationsstudien am gleichen Objekt unter wechselnden Außenbedingungen kurz eingehen.

41. W. Ruhland: Über die Verwendbarkeit vitaler Indikatoren zur Ermittlung der Plasmareaktion.

(Eingegangen am 18. April 1923. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Kürzlich veröffentlichte Versuche (SCHAEDE, 1923), durch Verwendung basischer Vitalfarbstoffe Anhaltspunkte über die Wasserstoffionenkonzentration im lebenden Plasma oder in der Vakuole zu gewinnen, geben mir Veranlassung zu den folgenden kurzen Ausführungen.

Vor einer Reihe von Jahren zeigte ich (RUHLAND, 1912), daß es in einigen wenigen Fällen gelingt, lebendes Plasma, und, wie die oft noch 1 Stunde und länger fortdauernde Zirkulationsströmung andeutet, zunächst ohne tiefere Schädigung, zur diffusen Speicherung gewisser basischer Anilinfarbstoffe zu veranlassen. Dies gelang mit einem Oxazinfarbstoff (Prune pure, Sandoz) mitunter an den Zellen der unteren Epidermis der Zwiebelschuppen von *Allium Cepa*[1]) und bei demselben und einigen anderen Objekten

1) Entweder nur bei bestimmten Sorten oder in irgendeinem besonderen physiologischen Zustand. Näheres darüber kann nicht angegeben werden.

mit einem Azofarbstoff (Chrysoidin, Bad. Anilinfabrik). Letztere Beobachtung wurde von SCHAEDE gegenüber Zweifeln A. MEYERs (1920) bestätigt. SCHAEDE fügte noch dazu die Beobachtung, daß auch Bismarckbraun und Gentianaviolett, diese allerdings erst nach sichtlicher Schädigung der Zelle und somit „als sicherer Vorbote des Todes" das noch lebende Plasma gewisser Objektefärben können.

SCHAEDE hat nun aus dem Ton der Färbungen naheliegende Schlüsse auf die Reaktion des lebenden Plasmas zu ziehen versucht, welche als „basisch" angesprochen wird. Dies entspricht auch den herrschenden Anschauungen, auf deren Kritik hier nicht eingegangen werden kann. Für uns handelt es sich nur um die Frage, ob dieser Schluß auf die Vitalfärbung gegründet werden darf.

An elektrometrischen Messungen und kolorimetrischen Bestimmungen mit Puffergemischen soll kurz dargetan werden, daß dies leider nicht der Fall ist.

1. Prune pure. Die schöne Gallocyaninverbindung wird in tiefvioletter bis schokoladenartiger Farbe gespeichert.

In „salzarmer" Lösung (3 Tropfen der 0,05 %igen Farblösung in 100 ccm Leitungswasser mit n/10 H_2SO_4 versetzt) erfolgt der Umschlag von violett (alkalisch) nach blau („sauer"), wie die elektrometrische Bestimmung ergab, schon bei $P_H = 8{,}0$. Violett würde also tatsächlich alkalische Reaktion anzeigen. Zu berücksichtigen ist jedoch 1. der sog. „Salzfehler", der schon bei Verwendung des Phosphatgemisches und des Borat-Borax-Gemisches (PALITZSCH, 1915) hervortritt und im Plasma sicher eine Rolle spielt:

PH	6,80	6,97	7,20	7,37	7,98	8,20	8,84
Phosphatgemisch .	violett	violett	blau	blau	blau	—	—
Borat-Borax . . .	—	—	—	violett	violett	violett	violett

2. Wirkung amphoterer und kolloider Stoffe, die natürlich ebenfalls im Plasma anzunehmen sind: Eine ½ %ige Lösung genuinen Hühnereiweißes ergab fast überall violette bis rosa Eigenfärbung. Blau trat bei keinem PH hervor. Auch eine Rosa-Übergangsfärbung ist unverwendbar. Rosa-Lösungen ergaben z. B. elektrometrisch: a) mit ½ % Eiweiß $P_H = 6{,}48$; b) ohne solches $P_H = 7{,}07$.

2. Chrysoidin. a) „Salzarm": Umschlag von gelb („alkalisch") zu deutlichem Orangegelb (der Umschlag ist ebensowenig scharf wie bei 1.), etwa bei $P_H = 6{,}50$ (elektrometr.). Gelb kann also schon „sauer" bedeuten. b) Salzfehler:

PH	5,50	6,80	6,97	7,98	9,24
Phosphate .	gelb	gelb	tiefgelb	gelb	—
Boratgemisch	—	tiefgelb	—	gelb	gelb

c) Wirkung von Eiweiß: Eine 0,2 %ige Eiweißlösung von der Färbung einer salz- und eiweißfreien, deren $P_H = 6{,}50$ betrug, ergab elektrometrisch $P_H = 3{,}02$.

3. Gentianaviolett. SÖRENSEN (1909) hat den Farbstoff für die kolorimetrische Bestimmung in dem am stärksten sauren Bereich ($0{,}1 < P_H < 3{,}2$) brauchbar befunden und neben anderen der Methylviolettgruppe empfohlen. Für diesen Bereich ist im Gegensatz zu 1. und 2. der Umschlag gut und die Beeinflussung durch Neutralsalze und amphoter-kolloide Stoffe gering. Anders befand ich die Dinge aber für die uns hier allein interessierenden Bezirke näher dem Neutralitätspunkt. Der sehr allmähliche Umschlag von violett („alkalisch") nach blau („sauer") ist erst bei $P_H = 5{,}89$ deutlich. Violette Farbspeicherung braucht also nicht alkalische, nicht einmal neutrale Reaktion zu bedeuten. Aus diesem Grunde, und da die Farbspeicherung erst im geschädigten Plasma erfolgt, erschien mir die Untersuchung der Farbbeeinflussung durch Neutralsalze und amphoter-kolloide Stoffe, wie wir sie sicher im Plasma anzunehmen haben, nicht erforderlich.

Wir sehen also, daß die Reaktion des lebenden Plasmas durch diese „Vitalindikatoren" ebensowenig bestimmt oder nur annähernd beurteilt werden kann, wie es bei den bekannten Versuchen von FR. SCHWARZ (1892) der Fall war, wobei anthocyanhaltige Zellen durch elektrische Schläge plötzlich getötet wurden.

Über den Zellsaft gedenke ich mich bei Gelegenheit einer späteren, der Oxal- usw. Säureatmung höherer Pflanzen gewidmeten Arbeit zu äußern.

Literatur.

MEYER, A. (1920), Analyse der Zelle der Pflanzen und Tiere I.
PALITZSCH, S. (1915), Biochem. Zeitschr. LXX, 333.
RUHLAND, W. (1912), Jahrb. f. wiss. Botan. LI, 376
SCHAEDE, R. (1923), Ebenda, LXII, 65.
SCHWARZ, FR. (1892), COHNS Beitr. z. Biol. V, 1.
SÖRENSEN, S. P. L. (1909), Biochem. Zeitschr. XXI, 131.

42. Otto Schüepp: Konstruktionen zur Blattstellungstheorie.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 20. April 1923. Vorgetragen in der Junisitzung.)

Die vorliegende Mitteilung ist eine Ergänzung meiner kurzen zusammenfassenden Ausführungen: „Zur Theorie der Blattstellung". (Diese Berichte XXXIX, 1921, S. 249—257.) Ich möchte versuchen, das Prinzip der Konstruktionen und ihrer mathematischen Begründung deutlicher hervorzuheben, und ich beschränke mich deshalb auf die Darstellung der einfachen Spiralstellung und der zweizeilig dorsiventralen Stellung sowie auf Konstruktionen in der Ebene, die schematische Knospenquerschnitte darstellen.

Weil es sich um die Darstellung wachsender Gebilde handelt, dürfen die einzelnen Blätter nicht durch kongruente, sondern nur durch ähnliche Teilfiguren dargestellt werden. Da die Blätter in gleichmäßigen Altersabständen aufeinanderfolgen und mit annähernd konstanter relativer Wachstumsgeschwindigkeit wachsen[1]), soll das Größenverhältnis der aufeinanderfolgenden ähnlichen Teilfiguren konstant sein. Beide Forderungen sind in den Konstruktionen von CHURCH und VAN ITERSON erfüllt; dagegen beschränken sich diese Forscher auf die Betrachtung von Kreisen oder vom Kreise abgeleiteten streng symmetrischen Figuren. Diese Beschränkung lasse ich fallen und lege den Konstruktionen beliebige asymmetrische Figuren, z. B. ungleichseitige Dreiecke, zugrunde.

Sobald man auch die zahlreichen Pflanzen mit typisch asymmetrischen Blättern in den Kreis der Blattstellungstheorie hineinzieht, treten zwei entgegengesetzte Fälle hervor. Bei den Monokotylen mit Scheiteltorsion finden wir eine Differenz zwischen dem „anodischen" und dem „kathodischen" Blattrand; die erwachsenen Blätter sind alle unter sich gleich und können durch eine Schraubenbewegung miteinander zur Deckung gebracht werden. Bei den Dikotylen mit „dorsiventralen" Sprossen sind die „obere" und „untere" Flanke des Blattes verschieden, es gibt zweierlei Blätter, die Spiegelbilder voneinander darstellen und in einer Zickzackreihe miteinander abwechseln.

Daß sich homologe Organe entweder in Schraubenlinien oder in Zickzacklinien anordnen, hat schon NÄGELI kurz ausgesprochen[2]);

1) SCHÜEPP: Wachstumsmessungen an Knospen und Vegetationspunkten. Verh. naturforsch. Ges. Basel XXXIV, 1923, S. 48, 49.

2) NÄGELI und SCHWENDENER: Das Mikroskop, 2. Aufl., S. 602.

doch ist dieser Hinweis in der Blattstellungstheorie kaum beachtet worden. Die folgende Betrachtung zeigt, daß die beiden Stellungsgesetze und die beiden Möglichkeiten der Blattasymmetrie notwendigerweise zusammenhängen.

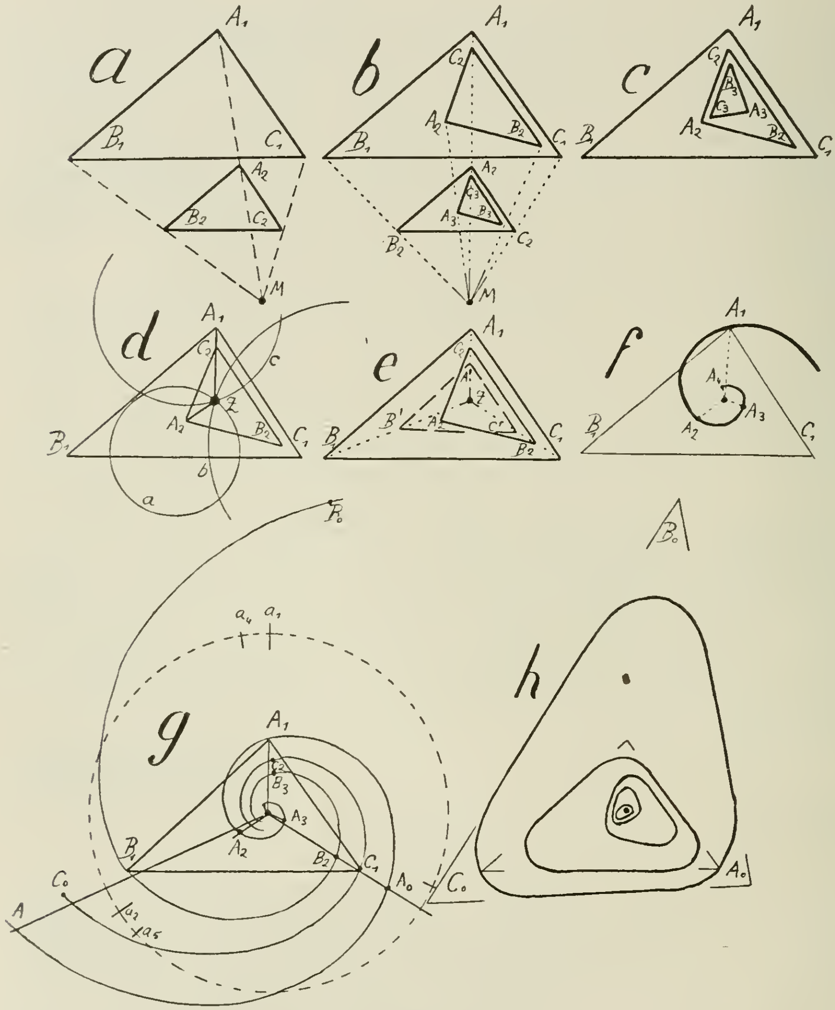


Abb. 1.

Konstruktion der einfachen Spiralstellung. In Figur 1a verbinden wir die Ecken des Dreiecks $A_1B_1C_1$ mit einem beliebig gewählten Punkt M, halbieren die Strahlen MA_1, MB_1 und MC_1 und erhalten so das ähnliche Dreieck $A_2B_2C_2$. In Figur 1b ist das kleinere Dreieck $A_2B_2C_2$ in *beliebig gedrehter Stellung* in das größere Dreieck hineingezeichnet. Die gegenseitige Lage der Drei-

ecke läßt sich dadurch charakterisieren, daß die Punkte A_1 und C_2 sowie C_1 und B_2 Nachbarpunkte geworden sind.

Wir stellen uns die Aufgabe, zu den beiden Figuren eine ganze Figurenreihe herzustellen, so daß das Größenverhältnis zweier aufeinanderfolgender Figuren immer gleich ist, und daß zwei aufeinanderfolgende Figuren immer in derselben Lagebeziehung stehen.

Zu diesem Zwecke verkleinern wir die Figur 1b mit Hilfe von Strahlen nach dem Punkte M wieder auf die Hälfte. $A_1B_1C_1$ geht dabei über in $A_2B_2C_2$; aus $A_2B_2C_2$ erhalten wir $A_3B_3C_3$. Die beiden kongruenten Dreiecke $A_2B_2C_2$ der Figur 1b sind in Figur 1c zur Deckung gebracht. Damit haben wir 3 Glieder unserer Figurenreihe erhalten und könnten nach demselben Verfahren beliebig viele weitere Glieder konstruieren.

Wir suchen aber eine andere Methode, die rascher zum Ziel führt. Beim fortgesetzten Verkleinern ziehen sich die Figuren allmählich gegen einen Punkt zusammen, das Zentrum unserer Konstruktion. Es ist möglich, dieses Zentrum direkt zu konstruieren, sobald die beiden ersten Figuren unserer Reihe gegeben sind (Fig. 1d). Dazu dienen die Apollonischen Kreise a, b und c, die sich im Zentrum Z schneiden. Kreis a ist der geometrische Ort aller Punkte, deren Abstände von A_1 und A_2 sich verhalten wie 2 : 1; entsprechendes gilt für die Kreise b und c. Für die Abstände der Dreieckspunkte von Z gilt:

$$ZA_1 : ZA_2 = ZB_1 : ZB_2 = ZC_1 : ZC_2 = 2 : 1.$$

Ferner läßt sich beweisen, daß die Winkel A_1ZA_2, B_1ZB_2 und C_1ZC_2 (Fig. 1d) gleich groß sind; wir nennen diesen charakteristischen Drehungswinkel den Divergenzwinkel des Systems, und können uns die Überführung einer Figur der Reihe in die folgende nun auch in folgender Weise vorstellen (Fig. 1e):

Man halbiert im Dreieck $A_1B_1C_1$ die Strahlen A_1Z, B_1Z und C_1Z, erhält dadurch das ähnliche Dreieck $A'B'C'$ (gestrichelt); dieses dreht man, indem man den Punkt Z festhält, um den Divergenzwinkel. Gleiches Verkleinern und Drehen führt zu allen folgenden Gliedern der Reihe.

Zur raschen Durchführung der Konstruktion ist es praktisch, zunächst alle Punkte A zu konstruieren (Fig. 1f), indem man den Strahl ZA_1 um den Divergenzwinkel dreht und halbiert; man erhält den Punkt A_2 und aus demselben in gleicher Weise A_3, A_4, A_5. Denkt man sich Drehung und Verkürzung des Strahles als gleichzeitige, gleichmäßige Bewegung, so durchläuft der Punkt A

die eingezeichnete logarithmische Spirale; durch Rückwärtsdrehen und Verlängern des Strahles läßt sich diese nach außen verlängern.

In Figur 1g sind auch die Spiralen hinzugefügt, auf denen die Punkte B und C liegen; in Figur 1h sind diese Punkte wieder zu Dreiecken verbunden. Runden wir noch die Ecken derselben ab, so ist das Schema einer einfachen Spiralstellung mit einer Divergenz von ca. 120° und mit drei deutlichen Orthostichen fertig. Man vergleiche dazu die Figuren 54, 58, 59, 60, 61 und 62 bei HIRMER[1]).

Konstruktion der zweizeilig dorsiventralen Stellung. Diese erfolgt nach denselben Methoden wie die Konstruktion der einfachen Spiralstellung; sie führt aber zu wesentlich verschiedenen Resultaten, weil sich die Figurenreihe aus zweierlei Figuren zusammensetzt, die sich als Spiegelbilder entsprechen.

In Figur 2a wird zunächst wieder das ungleichseitige Dreieck $A_1B_1C_1$ durch Halbieren der Strahlen MA_1, MB_1 und MC_1 in das ähnliche Dreieck A'B'C' verwandelt; dieses geht durch Umklappen in sein Spiegelbild $A_2B_2C_2$ über. Es ist nun auf den Drehungssinn zu achten, in welchem die Buchstaben ABC in den drei Dreiecken aufeinanderfolgen; er ist jeweils durch einen gekrümmten Pfeil hervorgehoben. Die Dreiecke $A_1B_1C_1$ und A'B'C' sind „gleichsinnig ähnlich"; die Dreiecke $A_1B_1C_1$ und $A_2B_2C_2$ sind „ungleichsinnig ähnlich". Wir setzen nun das Dreieck $A_2B_2C_2$ in beliebiger Stellung in das Dreieck $A_1B_1C_1$ hinein (Fig. 2b). Die gegenseitige Lage der Dreiecke ist dadurch gekennzeichnet, daß A_1 und A_2 sowie C_1 und B_2 Nachbarpunkte geworden sind.

Wir stellen uns die Aufgabe, zu den beiden Figuren eine ganze Figurenreihe herzustellen, so daß immer zwei aufeinanderfolgende Figuren ungleichsinnig ähnlich sind, immer im selben Größenverhältnis stehen und immer dieselbe gegenseitige Lagebeziehung aufweisen.

Zu diesem Zwecke verkleinern wir wieder in Figur 2b die aus den Dreiecken $A_1B_1C_1$ und $A_2B_2C_2$ zusammengesetzte Figur auf die Hälfte und erhalten die beiden Dreiecke A'B'C' und A''B''C''. Die aus diesen gebildete Figur klappen wir um und erhalten in ihrem Spiegelbild ein zweites Mal das Dreieck $A_2B_2C_2$ und darin eingeschlossen das Dreieck $A_3B_3C_3$. Die beiden kongruenten Dreiecke $A_2B_2C_2$ aus der Figur 2b sind in Figur 2c zur Deckung gebracht. Wir haben ein drittes Glied unserer Figuren-

1) HIRMER, M.: Zur Lösung des Problems der Blattstellungen. Jena 1922.

reihe erhalten und können nach demselben Verfahren beliebig viele weitere Glieder gewinnen.

Doch führt wieder eine andere Methode rascher zum Ziel. Auch hier ziehen sich die Figuren beim fortgesetzten Verkleinern

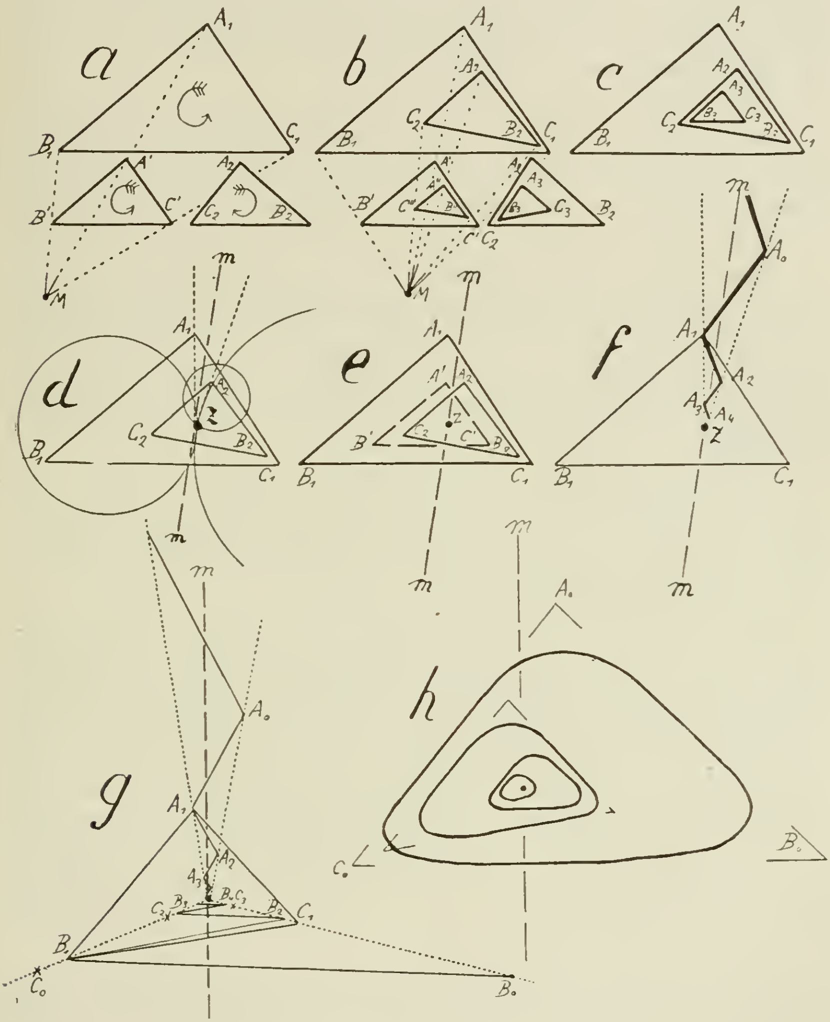


Abb. 2.

allmählich gegen ein Zentrum zusammen; und wieder läßt sich dieses mit Hilfe von Apollonischen Kreisen direkt konstruieren, sobald die beiden ersten Teilfiguren in ihrer gegenseitigen Lage gegeben sind (Fig. 2d). Für die Abstände des Zentrums von den Ecken gilt wieder:

$$ZA_1 : ZA_2 = ZB_1 : ZB_2 = ZC_1 : ZC_2 = 2 : 1.$$

Außer dem Zentrum ist diesmal die Mittellinie (m in Fig. 2d) wichtig für die Konstruktion. Wir erhalten sie, indem wir den Winkel A_1ZA_2 halbieren; es läßt sich beweisen, daß sie auch die Winkel B_1ZB_2 und C_1ZC_2 halbiert. Ist einmal Zentrum und Mittellinie bestimmt, so können wir uns wieder eine einfachere Vorstellung bilden von der Art, wie eine Figur der Reihe in die folgende übergeführt wird (Fig. 2e).

Man halbiert die Strahlen ZA_1, ZA_2 und ZA_3 und gewinnt so aus dem Dreieck $A_1B_1C_1$ das gleichsinnig ähnliche Dreieck $A'B'C'$. Dieses verwandelt man durch Drehen um die Achse m in sein Spiegelbild $A_2B_2C_2$. Aus diesem gewinnt man durch Wiederholung der Konstruktion $A_3B_3C_3$.

Praktischer ist es wieder, zunächst alle Punkte A zu konstruieren (Fig. 2f); sie liegen auf einer Zickzacklinie, die zwischen den Strahlen ZA_1 und ZA_2 hin und her läuft, wobei sich jedesmal der Abstand vom Zentrum auf die Hälfte verkürzt, oder, wenn wir die Konstruktion nach außen fortsetzen, sich auf das Doppelte verlängert.

In Figur g ist auch die Zickzacklinie für die Punkte B hinzugefügt. Figur 2h gibt das Resultat der ganzen Konstruktion wieder, indem die Punkte wieder zu Dreiecken verbunden und die Ecken derselben abgerundet sind.

Man vergleiche die Konstruktion mit dem Querschnitt durch eine Knospe von *Viçia Cracca*, den GOEBEL abbildet (Allg. Organographie, 2. Aufl., S. 303), indem man dort jeweils die zusammengehörigen Blattrippen, Fiederblätter, Nebenblätter und Blütenstände in einheitliche Umrißlinien zusammenfaßt. In folgenden Punkten stimmen Konstruktion und Wirklichkeit gut überein: Unterschied der oberen und unteren Flanken, Gleichartigkeit der Teile links und rechts von der Mittellinie, zickzackförmige Anordnung einzelner Punkte oder entsprechender Organe (obere Nebenblätter, Blütenstände, untere Nebenblätter).

In den vorhergehenden Ableitungen ist neben der Regelmäßigkeit der Anordnung die asymmetrische Form der Teile zur Voraussetzung gemacht worden; symmetrische Teilfiguren hätten zur Konstruktion der gewöhnlichen zweizeilig symmetrischen Blattstellung geführt, welche als gemeinsamer Grenzfall die beiden geschilderten Stellungen verbindet.

Von der zweizeilig symmetrischen Stellung ausgehend hat neuerdings HIRMER (l. c.) die einfache Spiralstellung einem genaueren Studium unterworfen und ein wertvolles Tatsachenmaterial zu-

sammengestellt. Ich hebe folgendes hervor: „Für die Monokotylen dagegen besteht kein fester Divergenzwert" (S. 28). Es bestehen aber häufig Zusammenhänge zwischen Umrißform des Vegetationspunktes und Größe der Divergenz (S. 33). Dies ist namentlich auch der Fall für die „Orthotristichie" und die „Spirotristichie" (S. 43), die, wie auch die Konstruktion unserer Figur 1 deutlich macht, gern mit Dreiecksgestalt des Vegetationspunktes sich verbinden.

Die theoretischen Ausführungen HIRMERs gehen aus von der Tatsache, daß die Keimpflanzen durchweg die zweizeilig symmetrische Blattstellung zeigen und von dieser zur Spiralstellung übergehen. Dem entspricht der Begriff der „Scheiteltorsion" (GOEBEL, Allg. Org., S. 206). HIRMER führt diese zurück auf „asymmetrisches Wachstum" (S. 17) und spricht davon, daß wiederholt ein „Sektor eingeschoben" werde (S. 17). Diese Vorstellung ist mathematisch nicht sehr klar, da doch die Summe der Sektoren immer 360° bleibt. Wenn weiterhin HIRMER bemerkt, daß durch seine Betrachtungen am Knospenquerschnitt von *Cordyline rubra* „der Beweis für die tatsächliche Ungleichheit im Wachstum zu beiden Seiten der Blastostiche erbracht" sei (S. 21), so muß gesagt werden, daß diese Wachstumsdifferenzen genau so hypothetisch sind wie die Druckwirkungen und Verschiebungen in der Theorie SCHWENDENERs. Die Möglichkeit, daß sie vorhanden sein können, muß natürlich zugegeben werden. Aber die von HIRMER mitgeteilten Tatsachen machen in keiner Weise eine solche komplizierte Vorstellung von den Wachstumsprozessen im Vegetationspunkt nötig; denn nach der oben geschilderten Methode kann man Schemata konstruieren, welche den Zusammenhang zwischen asymmetrischer Form und gedrehter Anordnung der Blätter vollständig darstellen; bei der Zeichnung dieser Schemata ist aber vorausgesetzt worden, daß das Wachstum in allen Teilen vollständig gleichmäßig erfolge.

Ein Beweis für die Annahmen HIRMERs müßte sich auf genaue Betrachtungen am Zellnetz oder auf Zählungen der Kernteilungsfiguren stützen.

Die nach dem Prinzip der Ähnlichkeit und der übereinstimmenden gegenseitigen Lage der Teile gezeichneten Schemata können an verschiedene Einzelfälle angepaßt werden durch die Wahl der Ausgangsfigur, des Größenverhältnisses zweier aufeinanderfolgender Figuren und durch die Stellung der beiden ersten Figuren; alles weitere ist dadurch bestimmt.

Wenn wir so bei der Konstruktion die äußere Form der jungen Anlagen zugrunde legen, so dürfen wir doch in ihr nicht das eigentlich Bestimmende für die Blattstellung sehen; die äußere Form hängt ab von der inneren Struktur und ist ein Ausdruck für diesen unbekannten entscheidenden Faktor.

Im Verlaufe des Wachstums machen die Blattanlagen einen Formwechsel durch, der in den Schemata nicht zur Darstellung kommt. Hier spielt sicher asymmetrisches Wachstum eine Rolle. Asymmetrische Ausbildung der Leitbündel kann verschiedene Ernährung zur Folge haben. Der Wechsel der Form kann Druck und Verschiebungen bedingen. Doch können solche sekundären Veränderungen den Typus der Blattstellung nicht mehr beeinflussen.

Von einer vollständigeren Kenntnis der Blattstellungsgesetze ist eine „Erklärung“ derselben, das heißt eine Ableitung derselben aus physikalisch-chemischen Notwendigkeiten, die sich bei der Entwicklung nebenbei ergeben, nicht zu erwarten. Die mechanische Theorie, welche Kontakt und Druck als wirksame Faktoren voraussetzt, die ernährungsphysiologische Auffassung, welche Konkurrenz der Anlagen um die Nährstoffe annimmt, und auch die Theorie SCHOUTEs von der Diffusion von Wuchsenzymen können alle die Regel der Äquidistanz, und was aus ihr mathematisch folgt, begreiflich machen. Aber gerade bei den hier behandelten Stellungsgesetzen gilt diese Regel nicht.

Schon aus dem Buche VAN ITERSONs geht die Notwendigkeit hervor, bei der zusammengesetzten Spiralstellung nicht nur Äquidistanz, sondern auch regelmäßige Fortsetzung des Stellungsverhältnisses vorauszusetzen. Gerade diese Voraussetzung mußten wir bei der Ausdehnung der Betrachtung auf asymmetrische Figuren festhalten.

Wir betonen damit den wesentlichen Gesichtspunkt von DE CANDOLLE aufs neue, und weisen, wie schon die Brüder BRAVAIS auf die mathematische Analogie zwischen den Gesetzen der Blattstellung und denjenigen der Kristallstruktur hin.

Das Gesetz der Blattstellung ist ein Hinweis auf eine innere Ordnung im Protoplasma.

43. Hugo Miehe: Über die Lebensdauer der Diastase.

(Eingegangen am 27. April 1923. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Die durch Enzyme vermittelten Vorgänge nehmen innerhalb des Chemismus der lebenden Zelle eine Sonderstellung ein, da sie sich aus ihm herauslösen lassen und in ihren wesentlichen Zügen auch in vitro verlaufen können. Die Reaktionen ähneln dadurch solchen mit toten Stoffen, doch bewahrt das hypothetische Agens, das Enzym, insofern eine Erinnerung an seine Herkunft, als es in mancher Hinsicht sich äußeren Einflüssen gegenüber wie das lebende Plasma selber verhält, ganz abgesehen davon, daß Stoffe, die in vitro den lebenden Chemismen ähnliche Umsetzungen bewirken, bisher nur aus Organismen isoliert wurden und sich sonst in der Natur nicht zu bilden scheinen.

Die gewöhnliche Gewinnungsweise der Enzyme aus gewaltsam abgetöteten Geweben zeigt ohne weiteres, daß sie postmortale Wirksamkeit besitzen. Man könnte aber fragen, ob sie auch den physiologischen Tod oder jenes allmähliche Absterben überdauern, das z. B. die ruhenden Samen zeigen, und das sich in dem schließlichen Verlust der Keimfähigkeit äußert.

Ich habe versucht, zu der Lösung dieser Frage beizutragen, indem ich die Lebensdauer des diastatischen Enzyms an einem extremen Beispiel untersuchte. Den erwünschten Anlaß dazu gab eine hinlängliche Menge alten Roggens, den der Reichsschatzminister aus den Beständen des kürzlich aufgelösten Proviantamtes zu Neiße zur Verfügung gestellt hatte. Dieser bis dahin dort abgesondert aufbewahrte, als Schwedenkorn bezeichnete Roggen war bereits im Jahre 1833 der Gegenstand einer amtlichen Erhebung der Preußischen Regierung. Er ist später von WITTMACK[1]) in anatomischer und morphologischer Hinsicht untersucht worden. Indem ich hier auf jene in seiner Mitteilung abgedruckte Denkschrift von 1833 verweise, hebe ich nur das Folgende aus ihr hervor. Der in einem besonderen Raume jenes Proviantamtes aufbewahrte, amtlich versiegelte Sack befand sich bereits im Jahre 1811 an derselben Stelle. Nach sehr glaubwürdiger mündlicher Überlieferung wurde der „Schwedenroggen“ schon in den anno 1742/43 aufgeführten Neubau aus dem vormaligen Magazin als Seltenheit übergeführt. Dadurch gewinnt die Sage an Wahrscheinlichkeit, daß er aus jenen Lieferungen stammte, die der

1) Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts Gesellschaft, Bd. 3, S. 69. 1889.

schwedische General V. TORSTENSON nach der Übergabe der Festung im Jahre 1642 der ausgehungerten Bevölkerung überwies. Sei dem, wie ihm wolle, so ist dieser Roggen mindestens 112 Jahre alt, ja sehr wahrscheinlich ganz beträchtlich älter. Auch WITTMACK hält ihn unter Hinweis auf seine eigentümliche gelbrötliche Färbung für sehr alt.

Die Keimfähigkeit ist erloschen, wie schon WITTMACK feststellte, die anatomische Struktur des Endosperms gut erhalten. Die Stärke, obwohl leicht gelblich verfärbt, zeigt typische Jodreaktion. Nur der Embryo ist stark desorganisiert, in vielen Körnern sogar ganz oder z. T. herausgefallen. Daß die aufgeweichten Körner noch ein gutes Substrat für Bakterien und Pilze darstellen, sei nebenher erwähnt. 1833 hat man auch noch ein genießbares Probebrot aus dem Mehl gebacken.

Mich beschäftigte nun die Frage, ob diesem alten Roggen noch die Fähigkeit des Stärkeabbaus innewohnt. Es wurden Auszüge mit Stärkekleister versetzt und der Digestion überlassen, immer in genauer Parallele mit einem Roggen der letzten Ernte.

Um das Ergebnis vorweg zu nehmen, so waren in diesem alten Roggen noch die Stoffe vorhanden, welche die Stärke abbauen, und der einzige mit den angewandten Methoden feststellbare Unterschied gegenüber frischem Roggen bestand nur darin, daß der Abbau langsamer verläuft und nicht immer bis zum völligen Verschwinden der Jodreaktion fortschreitet.

Der Beschreibung der Hauptversuche sei zunächst folgendes vorausgeschickt. Ein entscheidendes Moment ist die Fernhaltung von Mikroorganismen. Sowohl die Auszüge als die Digestionsgemische wurden mit Chloroform oder Toluol versetzt; auch wurde darauf geachtet, daß immer ein Überschuß dieser Antiseptika gegenwärtig war. Außerdem wurden hängende Tropfen unter Ölimmersion sorgfältig geprüft. Plattenguß entscheidet nichts, da ja die Gifte nur hemmen. Wider die allgemeine Ansicht erwies sich das Thymol als völlig unzuverlässiges Antiseptikum. Trotz Zusatzes eines großen Kristalls entwickelten sich bei 40 Grad so große Mengen von Bakterien, daß die Flüssigkeiten stark getrübt waren, ja Schaumbläschen zeigten. Chloroform und Toluol waren einwandfrei. Ferner war es wichtig, jede Infektion des Schwedenroggens mit dem frischen Roggen auszuschließen. Demgemäß wurden beide Substanzen bei allen Handgriffen streng auseinandergehalten und alle Geräte peinlich gereinigt. Bei der Prüfung mit Jod ist es notwendig, die Jodlösung im Überschuß zuzusetzen. Denn in Getreideauszügen (wie in solchen von anderen Pflanzen)

finden sich Stoffe, die das Jod gierig an sich reißen. Erst nach deren Sättigung wird der Überschuß für die Färbung der Stärke bzw. des Erythrodextrins frei. So entzieht z. B. ein Getreideauszug, wenn er tiefblau gefärbten Stärkekörnern zugesetzt wird, diesen rasch das Jod vollständig, wie man leicht unter dem Mikroskop beobachten kann. Daß sich bei den laufenden Jodproben der Abbau der Stärke durch einen leichten rötlichen Stich der blauen Farbe ankündigt, daß dieser dann stärker wird und die Farbe über weinrot, kirschrot in braunrot übergeht und allmählich verblaßt, bis sie schließlich über hellgelb verschwindet, darf als bekannt vorausgesetzt werden. Die Dextrine wurden nicht bestimmt, ich begnügte mich mit der Bestimmung der reduzierenden Zuckerarten, ohne diese ihrerseits getrennt zu ermitteln. Die Analyse wurde nach einer titrimetrischen Methode von SOXHLET ausgeführt, die sich z. B. bei KOCH[1]) beschrieben findet. Es wurde ermittelt, wieviel ccm des Digestionsgemisches das in 20 ccm FEHLINGscher Lösung enthaltene Kupferoxyd vollständig reduzieren. Die feinere Einstellung wurde durch Prüfung weniger, gut filtrierter Tropfen mit Ferrozyankali und Essigsäure bewirkt; gekocht wurde immer 5 Minuten. Der Auszug des jungen Roggens wurde nach der Digestion auf die Hälfte mit Wasser verdünnt. Da immer mit denselben Reagentien und in derselben Weise gearbeitet wurde und es überall nur auf relative Werte ankommt, ist die an sich nicht besonders ideale Methode ausreichend. Die sogenannte „lösliche Stärke“ wurde nach Anquellen gekocht und löste sich gut. Sie enthält eine sehr geringe Menge reduzierender Substanzen, die nicht bestimmt wurde, die aber, da in allen Versuchen gleich, die Ergebnisse nicht gefährdet. Stärkekleister mit Chloroform im Brütschrank gehalten, zeigt keine Änderung der ursprünglichen Jodreaktion. Die Versuche wurden bei etwa 35—39 Grad ausgeführt.

Nach einer Anzahl orientierender Vorversuche, die aber alle gleichsinnig verliefen, wurden mit möglichster Sorgfalt zwei Hauptversuche durchgeführt, von denen ich den einen in extenso wiedergebe. J. R. bedeutet jungen, S. R. Schwedenroggen bzw. deren Auszüge.

Je 40 g J. R. und S. R. wurden trocken in getrennten Mörsern fein zerrieben, die Mehle mit je 400 ccm Wasser in zwei größere Kolben übergespült, diese nach Zusatz von reichlich Chloroform mit Korkstopfen verschlossen und 24 Stunden im Brütschrank

1) Mikrobiologisches Praktikum. Berlin 1922. S. 102.

belassen. Dann wurden je 300 ccm abgehebert und mehrfach filtriert. Der S. R.-Auszug war fast blank, aber hellbraun gefärbt, der des J. R. farblos, aber opak. Nun wurden 100 ccm einer frisch bereiteten 3 prozentigen Stärkelösung hinzugefügt, je 100 ccm für die erste Zuckerbestimmung abgezweigt und dann die abermals mit Chloroform versehenen und verschlossenen Flaschen in den Thermostaten gestellt. Der Rest der Auszüge wurde nach Filtration ebenfalls mit Stärke versehen und dann kräftig aufgekocht, worauf er gleichfalls nach Zusatz von Chloroform dem Brütschrank übergeben wurde.

Die erste Zuckerbestimmung, unmittelbar nach der Mischung, ergab für den J. R. 24 ccm, für den S. R. 45 ccm. Letzterer enthielt also nur etwa halb soviel der reduzierenden Substanzen wie jener.

Die anfängliche Prüfung mit Jod ergab tiefblaue Färbung. Der Auszug allein wird nicht gefärbt. Die in Abständen von einigen Stunden immer wiederholte (leider aber durch die Nacht unterbrochene) Jodprobe ergab bei J. R. nach 20 Stunden weinrote, nach 28 kirschrote, nach 47 Stunden hellrötliche, nach 52 keine Färbung mehr. Im S. R. - Stärkegemisch hinkten die Farbenänderungen immer nach, so daß nach Ablauf von 52 Stunden noch eine kräftige, rein braunrote Färbung auftrat und erst nach 5 Tagen die Reaktion fast (aber nicht ganz!) negativ wurde.

Nach Ablauf von 52 Stunden wurde festgestellt, daß von J. R. 13,75 ccm, von S. R. 21 ccm zur völligen Reduktion des Kupferoxyds verbraucht wurden. Der junge Roggen hatte also nicht nur während des Ausziehens mehr reduzierenden Zucker gebildet als der S. R., sondern dieser blieb auch beim Digestionsversuch selber etwas hinter jenem zurück. Abgesehen von einem leichten Bodensatze war das Aussehen der Flüssigkeiten unverändert. Jener bestand, mikroskopisch geprüft, nicht aus Bakterien.

Die aufgekochten Gemische zeigten keine Abnahme oder Veränderung der ursprünglichen tiefblauen Farbe. Durch das Abkochen war also in beiden Fällen die Stärke vor dem Angriff geschützt.

Der zweite Hauptversuch wurde genau so wie der obige angesetzt, mit dem einzigen Unterschiede, daß Toluol als Antiseptikum verwandt wurde. Sein Verlauf unterschied sich von dem des ersten nur dadurch, daß der Stärkeabbau beim S. R. wesentlich langsamer verlief, beim J. R. jedoch rascher. Das J. R.-Gemisch ergab bereits nach 8 Stunden rein rötliche Färbung und ließ nach 24 Stunden (wahrscheinlich aber schon früher) jede Färbbarkeit vermissen. Das S. R.-Gemisch zeigte dagegen erst nach 10 Stunden die ersten rötlichen Spuren, nach 32 Rotweinfärbung und nach 5½ Tagen

rein braunrote, die aber auch nach weiteren 2 Tagen, wenn auch wesentlich heller, noch aufgefunden wurde. Inwieweit dies Verhalten typisch für das Toluol ist, wurde nicht verfolgt.

Die Zuckerbestimmungen ergaben: J. R. anfangs 18,5 ccm, nach 24 Stunden 14,25 ccm, nach 5½ Tagen 12 ccm. Für S. R. anfangs 39,5 ccm, nach 32 Stunden 23 ccm, nach 5½ Tagen 18 ccm.

Die mikroskopische Prüfung ergab das gleiche wie oben.

Aus den Vorversuchen sei noch folgendes hervorgehoben: Sie beschränkten sich nach Ausscheidung der zweifelhaften Thymolversuche auf drei mit Chloroform. Sie zeigten alle auch beim Schwedenroggen ein völliges, wenn auch etwas später vollendetes Verschwinden der Jodreaktion. Bei Zimmertemperatur wird der Stärkeabbau stark verzögert bei beiden Roggenarten. Das gleiche findet statt, wenn nur 2 statt 24 Stunden ausgezogen wird. Halbstündige Sterilisierung der Gemische ergab ohne späteren Chloroformzusatz keine Veränderung der ursprünglichen Jodreaktion.

Schließlich erwähne ich noch folgende ergänzende Feststellungen. Der S. R. ist mit Trespen-, Rade- und Wickenkörnern verunreinigt. Obwohl ja diese Unsaat ebenso alt wie der Roggen ist, also grundsätzlich unser Ergebnis nicht berührt, wurde sie doch in einem besonderen Versuch ausgelesen. Dabei wurde auch darauf geachtet, nur völlig unversehrte Körner auszulesen, damit etwa später oder gar neuerdings hineingeratene Getreideschädlinge ausgeschlossen würden. Das Ergebnis dieses Versuches war den anderen analog. Somit gelten unsere Befunde wirklich für den Roggen.

Aus den mitgeteilten Beobachtungen läßt sich folgern, daß aus einem 112, ja, sehr wahrscheinlich sogar 280 Jahre alten Roggenkorn sich durch Wasser hitzeempfindliche Stoffe ausziehen lassen, die die Stärke bis zu reduzierenden Zuckerarten abbauen können, und daß sich diese Auszüge von frischen Roggenextrakten nur durch ihre etwas verminderte Wirksamkeit unterscheiden. Daß die Zähigkeit von Enzymen wirklich so bedeutend die Erhaltung der Keimfähigkeit übertrifft, darf allerdings nicht ohne weiteres behauptet werden, da wir über die Lebensdauer solcher Samen, die unter den günstigsten Bedingungen aufbewahrt wurden, nicht viel wissen. Möglicherweise leben viele, überhaupt dürreresistente Samen nach sehr sorgfältiger Trocknung und vielleicht unter Sauerstoffabschluß doch viel länger, als man bisher annahm. In unserem Falle freilich ergibt sich ohne weiteres, daß das Enzym unter den Bedingungen der Aufbewahrung des Kornes dieses ganz bedeutend an Lebenszähigkeit übertrifft. Denn das Korn hat wohl sicher schon nach wenigen Jahren seine Keimkraft eingebüßt.

Dabei bleibt aber noch die Frage offen, welche Faktoren eigentlich dies Erlöschen der Keimfähigkeit bedingen. Man kann sich vorstellen, daß es sogar nur mittelbar wirkende sein können, wie z. B. mechanische Zerreißungen beim Austrocknen. Außerdem wäre noch festzustellen, ob etwa die Endospermzellen wesentlich länger leben als der Keim.

Nehmen wir an, daß Enzyme wirklich viel länger leben als das Ganze, so brauchte dies nicht in dem Sinne der üblichen Vorstellung von dem subbiologischen Charakter der Enzyme als besondere „Lebenszähigkeit" gedeutet zu werden. Vielmehr könnte man ebensogut daraus einen Zweifel an der Richtigkeit jener Auffassung ableiten. Wir müssen aber noch weitere Erfahrungen abwarten, um diese Frage allgemeiner erörtern zu können. Vor allem wären weitere Untersuchungen an Samen genau bestimmbaren Alters sowie an abgestorbenen Pflanzen und Pflanzenteilen im Hinblick auf die postmortale Erhaltung enzymatischer Befähigungen sehr erwünscht.

Zusatz bei der Korrektur: Inzwischen habe ich einen altägyptischen Emmer auf die oben beschriebene Weise untersucht. Er stammt aus einem Grabe der XVIII. Dynastie und ist ausgezeichnet erhalten. Das mikroskopische Bild unterscheidet sich wenig von demjenigen jungen Weizens, die Stärke wird von Jod gebläut, ja ein mit Wasser angemachter Brei stellt ein vorzügliches Nährsubstrat für Schimmelpilze dar. Von einer diastatischen Wirkung war aber selbst nach vier Wochen keine Spur zu bemerken.

44. P. Metzner: Über induzierten Phototropismus.

(Vorläufige Mitteilung.)
(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 22. Mai 1923. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Im Verlauf meiner Untersuchungen über die photodynamische Erscheinung war es mir gelungen, das Auftreten phototaktischer Reaktionen bei sonst nicht lichtempfindlichen Mikroorganismen (Infusorien, Bakterien) unter dem Einfluß fluoreszierender Farbstoffe zu beobachten (3, 4). Die wirksamen Farbstoffe werden in Spuren in die Zellen aufgenommen (nach neueren demnächst zu veröffentlichenden Erfahrungen in der Plasmahaut adsorbiert) und bewirken hier bei Sauerstoffgegenwart im Licht Oxydationen, die

je nach ihrer Intensität verschiedene Folgen haben können. Es lassen sich im allgemeinen (besonders deutlich bei *Paramaecium caudatum*) drei Grade der Lichtwirkung unterscheiden:

1. Bei hohen Lichtintensitäten und reichlicher Sauerstoffzufuhr werden die Organismen geschädigt und schließlich (bisweilen augenblicklich) abgetötet. Diese Wirkung ist nicht als Vergiftung, eher als eine Erschöpfung oder „innere Verbrennung" aufzufassen.
2. Bei minder intensiver Lichtwirkung (geringerer Farbstoffkonzentration oder Lichtmenge) wird die Änderung im Chemismus der Zelle bei plötzlicher Belichtung als Reiz empfunden und führt zu negativ phototaktischen Reaktionen.
3. Schließlich treten bei schwacher photodynamischer Wirkung (übrigens unter ziemlich eng begrenzten Bedingungen, deshalb meist nur vorübergehend) positiv phototaktische Reaktionen auf — d. h. plötzliche Verdunkelung wirkt dann als Reiz. Die Lichtwirkung besteht hier offenbar in einer Förderung gewisser normaler Zellfunktionen.

Es zeigte sich, daß hier eine Erscheinung vorliegt, die der normalen Phototaxis durchaus vergleichbar ist und ihr als „induzierte Phototaxis" an die Seite gestellt werden kann. Es lag nun nahe, nach einer ähnlichen Erscheinung zu suchen, die dem Phototropismus höherer Pflanzen entspricht. In der Tat lassen sich auch nicht lichtempfindliche Wurzeln durch die photodynamisch wirksamen Farbstoffe sensibilisieren und zu ausgiebigen phototropischen Krümmungen veranlassen. Im folgenden wird hier lediglich der Erscheinungskomplex in Kürze skizziert, während die theoretische Auswertung der ausführlichen Darstellung vorbehalten bleiben soll.

I. Objekte und Methodik.

Für meine Versuche eigneten sich besonders die rasch und gerade wachsenden ersten Wurzeln von *Avena sativa* („Siegeshafer" SVALÖF); daneben wurden bisher noch *Raphanus sativus* und *Lepidium sativum* untersucht[1]). Sowohl *Avena* als auch die von mir benutzten Handelssorten von *Raphanus* und *Lepidium* zeigten bei Parallelversuchen in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von BLAAUW (1) keinen Phototropismus; ich konnte insbesondere — ebenso wie BLAAUW — die von LINSBAUER und VOUK (2) bei

1) Anmerkung bei der Korrektur: Später erwies sich noch *Lens esculenta* als besonders günstiges Objekt.

Raphanus beobachteten phototropischen Reaktionen an meinem Material nicht feststellen.

An Farbstoffen habe ich bisher nur Erythrosin und Rose bengale geprüft — zwei Fluoreszeïnderivate, die mir auch schöne phototaktische Reaktionen induziert hatten; die Beobachtungen sollen jedoch in der Folge noch auf weitere Farbstoffe ausgedehnt werden. — Die Lösungen wurden stets mit frischem luftgesättigtem Leitungswasser hergestellt; bei Temperaturdifferenzen wurde auf Zimmertemperatur erwärmt und mit Luft geschüttelt. Auf eine ständige Durchlüftung der Lösungen konnte dann verzichtet werden.

Die Versuchsanstellung selbst ist recht einfach. Die Belichtung erfolgt bei den qualitativen Versuchen in parallelwandigen Glasgefäßen (Akkumulatorengläser 5,5×7,5×11 cm mit ausgesucht ebenen Wänden oder einem etwas kleineren Spiegelglastrog), die im Dunkelzimmer in 40—80 cm Entfernung von einer mattierten Metallfadenbirne von 50 K aufgestellt werden. Parallel zur Vorderwand der Versuchsgefäße sind Holz- oder Korkleisten mit konischen Löchern verschieblich aufgelegt, die zur Aufnahme der Keimlinge dienen. *Lepidium* wurde zweckmäßig auf einem straff gespannten Gazestreifen kultiviert. — Bei Einzelversuchen mit mikroskopischer Kontrolle benütze ich einen 9 cm hohen prismatischen Spiegelglastrog von 2 cm Seitenlänge; das Objekt ist hier an einem drehbaren Halter aus Kork oder Wachs befestigt, um die Wurzel genau senkrecht stellen zu können. Genaueres über die Methodik wird später mitgeteilt werden.

II. Passive Krümmungen.

Wir beginnen die Betrachtung der Versuchsergebnisse mit den Erscheinungen, die bei zu intensiver photodynamischer Wirkung auftreten. Verwendet man bei den Versuchen relativ hohe Farbstoffkonzentrationen (die an sich noch nicht giftig wirken) — etwa Erythrosin 1 : 20 000 bis 1 : 50 000, so wird bei einer Entfernung von 40 cm von der Lampe[1]) die Epidermis der dem Licht zugekehrten Flanke irreversibel geschädigt. Die Zellen sterben bald ab, und es tritt eine — auch makroskopisch als schwache Rotfärbung bemerkbare — Speicherung des Farbstoffes in den toten Zellen ein. Diese Schädigung betrifft natürlich auch die lichtwärts gelegene Epidermis der Streckungszone, die nun dem Längenwachstum der übrigen — unbeeinflußten — Zellen nicht zu

1) Die Beleuchtungsstärke an der Oberfläche der Wurzel ist nicht genau anzugeben, da ja ein Teil der wirksamen Strahlen von der vor der Wurzel befindlichen Farblösung absorbiert wird.

folgen vermag. Infolge des festen Verbandes dieser Zellen mit dem darunter liegenden Gewebe kommt es so zu einer Krümmung nach der Lichtquelle zu, die rein mechanisch bedingt ist und als „passive Krümmung“ bezeichnet werden soll. Da die Epidermis der Konkavseite ihr Wachstum während der Krümmung völlig einstellt, ist der Krümmungsradius sehr klein: es entsteht ein scharfer Knick. Die Krümmung erfolgt solange, bis sich die Wurzel völlig in die Lichtrichtung eingestellt hat; Fig. 1 und 2 sollen solche passiven Krümmungen veranschaulichen. Fig. 1 stellt einen *Raphanus*-Keimling dar, der mit Erythrosin 1 : 50 000 behandelt wurde; in Fig. 2 ist ein Haferkeimling gezeigt, der in Rose bengale 1 : 500 000 in 25 cm Entfernung von der Lichtquelle dicht an der Vorderwand des Versuchsgefäßes belichtet wurde.

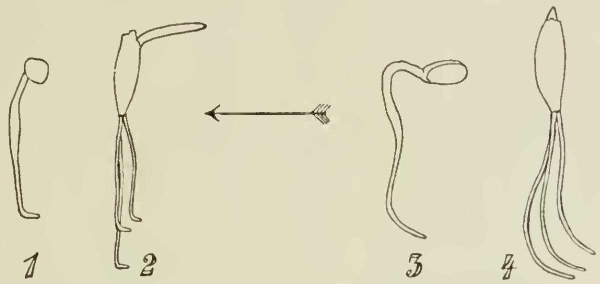


Abbildung. Fig. 1. Passive Krümmung von *Raphanus sativus*. Natürl. Größe. Fig. 2. Passive Krümmung von *Avena sativa*. Natürl. Größe. Fig. 3. Positive Reizkrümmung von *Raphanus sativus*. Natürl. Größe. Fig. 4. Positive Reizkrümmung von *Avena sativa*. Natürl. Größe. Der Pfeil gibt die Lichtrichtung an.

Auf eine Eigentümlichkeit dieser Zwangskrümmungen soll hier vorläufig nur kurz hingewiesen werden. Die anatomische Untersuchung zeigt, daß nur die äußersten Zellagen von der photodynamischen Wirkung merklich betroffen werden, und man erkennt deutlich die Spannungserscheinungen zwischen diesen und den angrenzenden normal turgeszenten Zellen. Schließlich können die hier auftretenden Zugspannungen so groß werden, daß es zu Zerreißungen der geschädigten Epidermis kommt. Unter Umständen können sich diese Risse auch bis in das normale Gewebe hinein fortsetzen.

Der Vegetationspunkt wird anscheinend auch durch intensive Farbstoffwirkung nicht geschädigt, weil er durch die Wurzelhaube geschützt wird. Ist einmal die genaue Richtung auf die Lichtquelle zu erreicht, so wächst dann infolgedessen die Wurzel auch in solchen Fällen weiter. Die äußeren absterbenden Zellen der Wurzelhaube speichern übrigens stets reichlich Farbstoff auf.

III. Aktive Krümmungen.

Wesentlich anders ist der Verlauf und das Aussehen der Krümmungen bei weniger intensiver photodynamischer Wirkung. Auch hier bleibt in der Regel das Wachstum der belichteten Seite gegenüber der Schattenseite zurück und es kommt zu einer „positiven“ Krümmung. Hier aber wird durch die in den betroffenen Zellen eingeleiteten Oxydationen nur die Geschwindigkeit des Wachstums beeinflußt. Der Krümmungsbeginn ist wiederum in der Streckungszone zu beobachten; die anfängliche Krümmung wird bald fixiert, und mit dem Vorrücken der Streckungszone schreitet auch die Krümmung voran. Dieser Verlauf entspricht genau dem bei anderen tropistischen Reaktionen und führt je nach dem Verhältnis zwischen Wachstumsgeschwindigkeit und Lichtwirkung zu Krümmungen von mehr oder minder großem Krümmungsradius. Als Beispiel mögen Fig. 3 und 4 dienen. In Fig. 3 ist ein *Raphanus*keimling wiedergegeben, der in Erythrosin 1 : 500 000 während 24 Stunden in 40 cm Entfernung von der Lichtquelle belassen wurde; Fig. 4 stellt einen Haferkeimling dar, der ebenfalls in Erythrosin 1 : 500 000 während 24 Stunden in gleicher Entfernung belichtet wurde.

Bei der anatomischen Untersuchung zeigte sich, daß die Zellen der Konkavseite noch völlig turgeszent blieben und keinerlei sichtbare Farbspeicherung (das beste Zeichen beginnender Schädigung) erkennen ließen. Der Zellverlauf in der Krümmungszone wies keine Unregelmäßigkeiten oder Andeutungen von inneren Spannungen auf, und an Mikrotomschnitten konnte ferner festgestellt werden, daß die Kerne der dem Licht zugekehrten Zellen völlig normal geblieben waren. Auch die vorhandenen Kernteilungen im Pericykel der Krümmungszone haben normales Aussehen.

Nur in einzelnen Fällen konnte beobachtet werden, daß die Wachstumshemmung an der Lichtseite sich auch bei der Ausbildung der Wurzelhaare bemerkbar macht: Während diese auf der Schattenseite zu normaler Länge heranwachsen, blieben sie in der Lichtseite wesentlich kürzer; auch in diesen Fällen erschienen die Zellen sonst völlig normal.

Die eben beschriebenen Reaktionen entsprechen etwa dem Stadium negativ phototaktischer Reaktionen bei *Paramaecium*, und es wäre bei noch geringerer photodynamischer Wirkung auch — analog den positiv phototaktischen Reaktionen — eine Förderung des Wachstums der belichteten Zellen und damit das Auftreten negativer Krümmungen zu erwarten.

In der Tat ließen sich bei *Avena* im Anfang der Krümmungsbewegung geringe Abweichungen nach der Schattenseite hin beobachten, die jedoch durch die bald überwiegende positive Krümmung ausgeglichen wurden. Offenbar ist auch hier das Auftreten stimulierender Wirkungen an einen eng begrenzten Bereich von Bedingungen geknüpft, der sich nicht ebenso sicher reproduzieren läßt wie die Auslösung von Wachstumshemmungen.

IV. Die Beziehungen zwischen normalem und induziertem Phototropismus.

An die soeben geschilderten Erscheinungen knüpft sich eine Reihe prinzipiell wichtiger theoretischer Fragen, von denen hier nur eine kurz erörtert werden möge: Ob ich nämlich berechtigt bin, diese Erscheinung als „induzierten Phototropismus" zu bezeichnen.

Die Analogien im äußeren Verlauf der Krümmungen können natürlich nicht allein maßgebend sein. Das wesentliche bei der Beurteilung dieser Frage liegt darin, daß die photochemischen Reaktionen, die auch hier eine „Photowachstumsreaktion" auslösen, im Innern der Zellen — also im lebenden Substrat — vor sich gehen. Perzipiert wird die so geschaffene chemische Änderung (vielleicht spielen auch direkte photophysikalische Vorgänge mit) — hier also beginnt nach unserer Kenntnis die Reizkette, auf deren Verlauf die Farbstoffe vermutlich keinen direkten Einfluß haben. Wir müssen dann diesen „Phototropismus" je nach dem Grade der photodynamischen Wirkung als einen inneren Chemotropismus oder Traumatotropismus kennzeichnen[1]. Letzten Endes liegen nun aber die Verhältnisse beim normalen Phototropismus auch nicht viel anders, denn es ist wohl kaum mehr daran zu zweifeln, daß das Licht primär chemische (oder auch physikalische) Prozesse auslöst, die ihrerseits als tropistische Reize wirken, und ich glaube wohl, daß wir mit Hilfe der photodynamischen Farbstoffwirkungen auch einen Einblick in die primären Vorgänge bei der Lichtaufnahme in normalerweise lichtempfindlichen Organen gewinnen können. Damit soll nicht gesagt sein, daß diese primären oder die weiteren Vorgänge beim normalen und induzierten Phototropismus identisch seien, immerhin möchte ich es schon jetzt als möglich hinstellen, daß beide Tropismen Teile der Reizkette gemeinsam besitzen.

---

1) Als inneren Chemotropismus bezeichne ich diesen Vorgang, weil die tropistisch wirkenden Substanzen im Innern des Organes entstehen. Ebenso ist die induzierte Phototaxis als „innere Chemotaxis" zu charakterisieren.

Auf einen Unterschied beider Vorgänge möchte ich wenigstens hinweisen. Die von außen gebotenen Farbstoffe werden von den Epidermiszellen natürlich wahllos aufgenommen, und die Lichtempfindlichkeit ist gleichmäßig über die Organoberfläche verteilt. Die nach innen zu gelegenen Zellen bleiben aber unsensibilisiert. Es entsteht so eine Verteilung der Empfindlichkeit, die immer etwas unorganisches haben muß. Es kann also auch keine Sonderung von Perzeptionszone und Reaktionszone auftreten. Die bisher ausgeführten Versuche ließen auch noch nicht sicher erkennen, ob eine Reizleitung stattfinden kann; das Aussehen positiv gekrümmter Wurzeln spricht allerdings dafür, daß mindestens eine Wachstumshemmung sämtlicher Zellen der Konkavseite — also eine Reizleitung über den Querschnitt — vorhanden ist. Versuche, eine Reizleitung in der Längsrichtung nachzuweisen, sind im Gange. Fehlte sie, dann hätten wir hier wohl einen primitiven „Phototropismus" vor uns, der rein durch die „Photowachstumsreaktion" der sensibilisierten Epidermis — also im Sinne von BLAAUW — entstünde. Im anderen Fall würde sich der induzierte Phototropismus den uns sonst bekannten Tropismen auch im inneren Verlaufe noch enger anschließen.

Literatur.

1. BLAAUW, A. H., Licht und Wachstum III. Med. van de Landbouvshoogeschool 15, 1918.
2. LINSBAUER, K. und V. VOUK, Zur Kenntnis des Heliotropismus der Wurzeln. Ber. D. Bot. Ges. 27, 1909, S. 151.
3. METZNER, P., Über die Wirkung photodynamischer Stoffe auf *Spirillum volutans* und die Beziehungen der photodynamischen Erscheinung zur Phototaxis I. Bioch. Zeitschr. **101** (1919), S. 33.
4. METZNER, P., Zur Kenntnis der photodynamischen Erscheinung: Die induzierte Phototaxis bei *Paramaecium caudatum* II. Bioch. Zeitschr. 113 (1921), S. 145.

Zur Beachtung!

Innerhalb Deutschlands erhalten die Mitglieder die Berichte durch den Postzeitungsvertrieb. Für pünktliche und regelmäßige Zustellung der Berichte ist **die Post verantwortlich.** Beschwerden über Ausbleiben des Heftes (am Ende jeden Monats mit Ausnahme von August und September) sind innerhalb 4 Wochen an die zuständige Poststelle zu richten, welche **zur kostenlosen Nachlieferung** fehlender Hefte **unbedingt verpflichtet** ist. **Bei Wohnungswechsel** ist die Umleitung der Zeitschrift bei dem zuständigen Postamt unter Beifügung einer Umschreibegebühr von 60 M. **unter allen Umständen** zu beantragen, da sonst leicht Hefte verloren gehen können. Zugleich ist der Wohnungswechsel der Mitglieder auch Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15, bekanntzugeben.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1923 mit genauer Angabe der Adresse des Absenders und vollständig druckreif an Herrn Prof. Dr. H. Miehe, Berlin-Lichterfelde-West, Stubenrauchstr. 10, zu senden. Den Mitgliedern können kostenlos nur 2 Arbeiten von je 6 Druckseiten in normalem Druck und der Raum einer Seite für Textfiguren in Strichätzung jährlich zugestanden werden. Alle Mehrkosten, die durch Ueberschreiten der im Vorstehenden festgesetzten Bedingungen entstehen, insbesondere auch die Kosten für Petitdruck im Text und Druck von Tabellen, sind vom Autor zu tragen. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke und Korrekturen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen sind zu senden an Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1923.

Für die Generalversammlung: R. v. Wettstein, Präsident; E. v. Tschermak, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: H. Miehe, Vorsitzender; A. Zimmermann, 1. Stellvertreter; H. Harms, 2. Stellvertreter; B. Leisering, 1. Schriftführer; R. Pilger, 2. Schriftführer; K. Snell, 3. Schriftführer; Schatzmeister: E. Tiegs.

Redaktionskommission: H. Miehe, B. Leisering, R. Pilger, K. Snell, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): A. Weiße, L. Diels, F. Herrig, R. Kolkwitz, F. Duysen.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Werden mehr als 50 Abzüge gewünscht, so muß die Bestellung der Ueberzahl vor der letzten Korrektur erfolgen; die Kosten für die Mehrabzüge werden besonders berechnet und sind vom Verfasser zu tragen.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68.

Übersicht über die Mitgliederbeiträge

		Jahresbeitrag einschl. Berichte	Preis der Berichte im Buchhandel am 1. IV. 23	Vorzugspreis für das Botan. Zentralbl.[1]) 2. Halbbd.	Preis des Botan. Zentralblattes im Buchhandel am 4. 6. 23
Deutschland . . .	Mk.				
Amerika	$				
Belgien/Luxemburg	Frcs.				
Dänemark. . . .	Kr.				
England	Sh.				
Frankreich . . .	Frcs.				
Holland	Gld.				
Italien	Lire				
Japan	$				
Norwegen	Kr.				
Schweden	Kr.				
Schweiz	Frcs.				
Spanien	Pes.				
Tschechoslowakei .	Kr.				

Preise zurzeit nicht feststehend!

An die Mitglieder, die ihren Wohnsitz in einem Lande haben, in denen die deutsche Markwährung höher ist als am 1. Juli 1914 (z. B. Rußland), erfolgt Lieferung der Berichte zu dem für Deutschland geltenden Preise, außerdem sind noch die Versandkosten zu ersetzen.

Alle Geldsendungen werden franko erbeten entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“ oder an den Schatzmeister, Dr. E. TIEGS, Berlin-Steglitz, Bismarckstr. 66, an den man auch alle auf die Bezahlung der Beiträge bezüglichen Schriftstücke gelangen lassen wolle. Zahlungen aus dem Auslande, die nach § 12 der Satzungen laut obiger Aufstellung in der bei den einzelnen Ländern angegebenen, also nicht in deutscher Währung zu erfolgen haben, erbitten wir nur durch Bankscheck oder in Noten.

Es wird gebeten, bei Anfragen Rückporto beilegen zu wollen.

---

1) Erscheint bei GUSTAV FISCHER, Jena, Postscheckkonto: Erfurt Nr. 986. Es wird gebeten, das Botan. Zentralblatt direkt beim Verleger zu bestellen.

Zu den oben angegebenen Vorzugspreisen kommen noch die Portospesen für die direkte Zusendung, die sich für Deutschland für den laufenden 2. Halbband des zweiten Bandes auf M. 760,— stellen. Die Berechnung des Portos für das Ausland erfolgt auf der Basis eines halben Schweizer Franken.

Hinweis!

Diesem Hefte liegt ein **Wahlzettel** *bei, der die von der Wahlkommission gemachten Vorschläge für die Wahl des Präsidenten, seines Stellvertreters und des Ausschusses enthält. Es wird gebeten, diesen genehmigt oder beliebig abgeändert bis zum* ***1. Dezember d. J.*** *an*

Herrn Prof. Dr. ***B. Leisering, Berlin NO 43,***
Am Friedrichshain 15,

in geschlossenem Umschlage einzusenden. Auf der Adressenseite ist der Vermerk „Wahlangelegenheit", auf der Rückseite der Absender anzugeben.

Sitzung vom 27. Juli 1923.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Backer, C. A. in **Buitenzorg** (Java), Tjilendek 37 (durch C. VAN OVEREEM und H. CAMMERLOHER),

Boschan, Georg, Rittmeister a. D., Inhaber der Samenhandlung Gebrüder Boschan in **Wien I,** Bäckerstr. 9 (durch R. V. WETTSTEIN und H. HARMS),

Danilov, Dr. **A. N.,** Konservator am Botan. Garten in **Petersburg** (durch N. MAXIMOW und H. MIEHE),

Håkansson, Dr. **Artur,** Privatdozent in **Schweden** (p. Adr. G. KJELLBERG, Lidköping) (durch G. KJELLBERG und M. KOERNICKE),

Keydel, Dr. med. **Karl** in **Dresden,** Lüttichaustr. 34 (durch O. DRUDE und H. BEGER),

Lvoff, Dr. **Sergius,** Prof. am Medizin. Staatsinstitut in **Petersburg,** Universität (durch N. MAXIMOW und H. MIEHE)

Robinsohn, Dr. **Isak,** Spezialarzt für medizinische Radiologie in **Wien IX,** Elisabethpromenade 37 (durch H. NEUMAYER und B. SCHUSSNIG),

Söding, Dr. in **Altona,** Allee 102 (durch R. STOPPEL und H. WINKLER),

Ssabinin, Dr. **Dimitri,** Assistent an der Universität in **Perm,**

Troitzkaja, Frl. **O. W.,** Assistentin am Landwirtschaftl. Institut und wissensch. Mitglied des Botanischen Gartens in **Petersburg** (durch R. KOLKWITZ und R. W. KOLBE).

Zum ordentlichen Mitglied wird ernannt:

Lebedincev, Frl. **Elisabeth** in **Petersburg.**

Herr N. GAIDUKOV berichtete über seine langjährigen algologisch-ökologischen Untersuchungen. Diese sind ausführlich beschrieben in einer russischen und einer deutschen Arbeit (Algologisch-ökologische Untersuchungen in den Gouvernements Wladimir und Rjasan, in Druck in der Hauptfischereiverwaltung Moskau; Zur Ökologie der Süßwasseralgen — wird publiziert in MEZ' Archiv). Es wurden 12 ökologisch verschiedene Gewässer untersucht, die zwei fast ununterbrochene Wassersysteme darstellen: 1. Fluß Guß; 2. Gewässer der Stadt Rjasan. In diesen Gewässern wurden festgestellt: 1. Elementare Assoziation stark mesosaprober Oscillarien; 2. Elementare Euglenen-Assoziation; 3. Die Ubiquisten; 4. Elementare Chlamydomonaden-Assoziation; 5. Assoziation hydrocharytischer grüner Algen; 6. *Flos aquae*-Assoziation der Schizophyceen; 7. Bryophile Vereinigung; a) sphagnophile elementare Plankton-Assoziation; b) elementare hydrocharytische sphagnophile Assoziation der Fadendesmidiaceen; c) elementare symsphagnale Assoziation; d) symhypnale Assoziation; 8. Chrysomonaden-Assoziation; 9. Epiphyten-Assoziation. Der Einfluß der ökologischen Bedingungen auf die Zahl der Assoziationen und Arten der Algen und deren Vegetationsintensität war folgender: je heterogener die ökologischen Bedingungen des Gewässers sind, desto mehr Assoziationen und Arten enthält es, und umgekehrt, je homogener diese Bedingungen sind, desto weniger Assoziationen usw. sind in ihm vorhanden. Die Heterogenität der äußeren Bedingungen und die Zahl der Assoziationen usw. sind also einander proportional, die Homogenität dieser Bedingungen und die Zahl der Assoziationen usw. sind dagegen einander umgekehrt proportional. Je homogener die ökologischen Bedingungen des Gewässers sind, desto stärker die Vegetationsintensität: es sind also Homogenität dieser Bedingungen und Algenvegetationsintensität einander proportional. Je heterogener dagegen diese Bedingungen sind, desto schwächer ist die Algenvegetationsintensität: die Heterogenität dieser Bedingungen und die Algenvegetationsintensität sind also umgekehrt proportional.

Mitteilungen.

45. S. Kostytschew: Die Photosynthese der Insektivoren.

(Eingegangen am 27. April 1923. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Es ist schon längst bekannt, daß die sinnreichen Einrichtungen der fleischfressenden Pflanzen nicht unbedingt notwendig sind: auch ohne Fleischkost kommt Wachstum und Entwickelung der genannten Pflanzen zustande. Doch bewirkt Fleischnahrung zweifellos besseres Wachstum und vermehrte Produktion der organischen Substanz. Für *Drosera rotundifolia* hat FR. DARWIN[1]) dargetan, daß die Zahl der Blütenstände bei den mit Blattläusen gefütterten Pflanzen etwa 1½mal größer, das Samengewicht etwa 4mal größer war als bei den nicht gefütterten[2]).

Nun hat bereits CH. DARWIN[3]) auf Grund seiner klassischen Versuche angenommen, daß fleischfressende Pflanzen namentlich die stickstoffhaltigen Bestandteile ihrer Beute ausnutzen. Sowohl Zucker als andere vorzügliche stickstofffreie Nährstoffe wurden in CH. DARWINs Versuchen von *Drosera*blättern nicht aufgenommen und haben selbst keine Reizung der Tentakel hervorgerufen. Doch wurden manchmal von verschiedenen Seiten auch andere Ansichten geäußert. Auf eine Besprechung der einschlägigen älteren Literatur will ich hier nicht eingehen und beschränke mich auf den Hinweis auf die neuere ökologische Studie von G. SCHMID[4]). Der genannte Forscher setzt voraus, daß Insektivoren nicht nur stickstoffhaltige, sondern auch stickstofffreie Stoffe und gar Mineralsalze durch Tierfang gewinnen, indem sie eine nur ganz schwache photosynthetische Leistungsfähigkeit aufweisen und ihren Bedarf an stickstofffreien Stoffen nicht selbständig decken können. G. SCHMID gibt an, daß bei den meisten fleischfressenden Pflanzen das Assimilationsgewebe sich durch Fehlen von Palisadenzellen auszeichnet und zieht daraus folgenden Schluß: „So muß uns der allgemeine Eindruck, daß eine biologische Gruppe, wie die Insektivoren, . . . in mehr oder minder starkem Grade eine primitive Ausbildung des Assimilationsgewebes aufweist, eine Beziehung zur Insektivorie wahrscheinlich machen.“ Daß diese Schlußfolgerung kaum gerechtfertigt ist, hat alsdann

1) FR. DARWIN, Journ. of the Linn. Soc., Bd. 17, S. 17 (1878).

2) Vgl. auch: M. REES, KELLERMANN und RENNER, Botan. Zeit., Bd. 36, S. 209 (1878); BÜSGEN, ebenda, Bd. 41, S. 569 (1883).

3) CH. DARWIN, Insektivorous plants (1875).

4) G. SCHMID, Flora, Bd. 104, S. 335 (1912).

K. STERN[1]) richtig hervorgehoben. Auch finde ich die von G. SCHMID in seiner sonst sehr interessanten Arbeit gewählte Methode der Beurteilung der assimilatorischen Tätigkeit der Insektivoren auf Grund einer mehr oder weniger intensiven Stärkebildung selbst für annähernde Schätzungen unzureichend: haben doch ausführliche Untersuchungen verschiedener Forscher dargetan, daß Stärkebildung und Stärkeverbrauch von der eigentlichen Photosynthese durchaus zu unterscheiden sind[2]).

Wenn nun die Annahme einer geringfügigen photosynthetischen Funktion bei den Insektivoren durch keine schwerwiegenden Tatsachen unterstützt wird, so liegen andererseits keine quantitativen Messungen vor, die zugunsten der entgegengesetzten Ansicht dienen könnten. Dies ist um so auffallender, als die proteolytische Wirkung der fleischfressenden Pflanzen mehrmals Gegenstand von sorgfältigen biochemischen Untersuchungen geworden ist[3]).

In seiner vorstehend erwähnten Arbeit hat G. SCHMID vergleichende Beobachtungen über die Gasabscheidung von *Utricularia vulgaris* und anderen submersen Wasserpflanzen nach der Gasblasenzählmethode ausgeführt und hierbei keine merklichen Unterschiede wahrgenommen. Es ist übrigens wohl bekannt, daß *Utricularia* reichlich Gasblasen am Lichte ausscheidet, und ich benutzte selbst diese Pflanze für Vorlesungsversuche. Aber, wie WILLSTÄTTER und STOLL[4]) und andere Verfasser auseinandergesetzt haben, ist die Gasblasenzählmethode nichts anderes als eine annähernde Schätzung, die für vergleichende quantitative Messungen wohl nicht in Betracht kommt.

Noch viel weniger zuverlässig ist die von MUSSET[5]) verwendete eigenartige Schätzung. Er behandelte *Drosera rotundifolia* nebst anderen Landpflanzen, wie z. B. *Carex pauciflora* und *Vaccinium oxycoccos*, nach der Gasblasenzählmethode, und zwar bei einer außergewöhnlichen Temperatur von 35—40 °. Dies sind aber

---

1) K. STERN, Flora. Bd. 109, S. 213 (1917).

2) BROWN and MORRIS, Journ. of the Chem. Soc. Trans., Bd. 63, S. 64 (1893); K. V. KÖRÖSY, Zeitschr. f. physiol. Chem., Bd. 86, S. 368 (1913); W. GAST, ebenda, Bd. 99, S. 1 (1917); H. KYLIN, ebenda, Bd. 101, S. 77 (1918).

3) VINES, Ann. of Bot., Bd. 11, S. 563 (1897); Bd 12 S. 545 (1898); Bd. 15, S. 563 (1901); CLAUTRIAU, Mem. Acad. Belg. (1900); ABDERHALDEN und TERUUCHI, Zeitschr. f. physiol. Chem., Bd. 49, S. 24 (1906); WHITE, Proceed. of the Royal Soc., Bd. 83 B, S. 134 (1910); DERNBY, Biochem. Zeitschr., Bd. 78, S. 197 (1916); Bd. 80 S. 152 (1917).

4) R. WILLSTÄTTER und A. STOLL. Untersuch. über die Assimilation d. Kohlensäure (1918).

5) MUSSET, Comptes rendus, Bd. 97, S. 199 (1883).

merkwürdigerweise die einzigen bisher ausgeführten Versuche über die Kohlensäureassimilation der fleischfressenden Pflanzen[1]).

In der Absicht, diese Lücke einigermaßen auszufüllen, habe ich gasometrische Versuche mit *Drosera rotundifolia* und *Pinguicula vulgaris* ausgeführt. Blätter der genannten Insektivoren wurden gleichzeitig mit denjenigen von anderen autotrophen Pflanzen in flachen eudiometrischen Glasröhren am diffusen Sonnenlichte im Sommer exponiert. Die mit Quecksilber gesperrten Röhren enthielten ein Gemenge von atmosphärischer Luft und reinstem Kohlendioxyd. Die Gasanalysen habe ich im Apparate von POLOWZOW-RICHTER[2]) ausgeführt und das von den Versuchspflanzen aufgenommene Kohlendioxyd auf je 1 qdm Blattfläche berechnet. Diese Versuchsanordnung erschien mir schon aus dem Grunde zuverlässig, weil die autotrophen Pflanzen des Litoral-Gebietes bei Peterhof, wo ich meine Versuche ausgeführt habe, im allgemeinen nur geringe Unterschiede der assimilatorischen Leistungsfähigkeit aufweisen[3]).

Es ergab sich, daß *Drosera rotundifolia* und *Pinguicula vulgaris* ebenso stark assimilieren wie die Kontrollpflanzen. Nach einer ausgiebigen Fleischkost stieg die photosynthetische Leistung der Insektivoren erheblich und war also größer als diejenige der Kontrollpflanzen. Der relativ geringe Chlorophyllgehalt der Blätter von *Drosera* und *Pinguicula* ist für die assimilatorische Leistung der genannten Pflanzen belanglos, wie es auch in zahlreichen analogen Fällen verzeichnet worden war[4]).

Die beiden folgenden Versuche sollen das Gesagte bestätigen. Auch andere Versuche ergaben vollkommen eindeutige Resultate.

Drosera rotundifolia.

Blätter von *Drosera rotundifolia* (Gesamtfläche 7,8 qcm) und von *Tussilago farfara* (Gesamtfläche 10,5 qcm) wurden am diffusen Sonnenlichte bei 19,5° im Verlaufe von 30′ exponiert.

Gasanalyse vor dem Versuche.

Ursprüngliches Volumen	178,06
Nach Bearbeitung mit KOH . . .	164,79

$CO_2 = 7{,}30\ \%$.

1) Ich habe wenigstens keine anderen Literaturangaben gefunden.

2) W. PALLADIN und S. KOSTYTSCHEW, Handb. d. biochem. Arbeitsmethod. v. E. ABDERHALDEN, Bd. 3, S. 490 (1910).

3) Vgl. S. KOSTYTSCHEW, diese Berichte, Bd. 40, S. 112 (1922).

4) R. WILLSTÄTTER und A. STOLL, Untersuch. über die Assimilation d. Kohlensäure (1918); G. E BRIGGS, Proceed. of the Royal Soc., Bd. 91 B, S. 243 (1920).

Gasanalysen nach dem Versuche.

I. *Drosera rotundifolia.*

Ursprüngliches Volumen	178,06
Nach Bearbeitung mit KOH . . .	166,38

CO_2 = 6.52 %.

II. *Tussilago farfara.*

Ursprüngliches Volumen	179,51
Nach Bearbeitung mit KOH . . .	168,20

CO_2 = 6,30 %.

CO_2 assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm.

Drosera rotundifolia . .	4,0 ccm
Tussilago farfara . . .	3,8 ccm

Pinguicula vulgaris.

Ein Blatt von *Pinguicula vulgaris*, mit Mücken reichlich gefüttert (Gesamtfläche 8,5 qcm), und ein Teil des Blattes von *Aegopodium podagraria* (Gesamtfläche 15,4 qcm) wurden am diffusen Lichte bei 17° im Verlaufe von 25′ exponiert.

Gasanalyse vor dem Versuche.

Ursprüngliches Volumen	152,26
Nach Bearbeitung mit KOH . . .	140,43

CO_2 = 7,77 %.

Gasanalysen nach dem Versuche.

I *Pinguicula vulgaris.*

Ursprüngliches Volumen	156,52
Nach Bearbeitung mit KOH . . .	146,48

CO_2 = 6,41 %.

II. *Aegopodium podagraria.*

Ursprüngliches Volumen	159,48
Nach Bearbeitung mit KOH . . .	148,94

CO_2 = 6,61 %.

CO_2 assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm.

Pinguicula vulgaris . .	38,4 ccm
Aegopodium podagraria .	18,1 ccm

Es ergab sich also, daß sowohl *Drosera rotundifolia* als *Pinguicula vulgaris* mit großer Energie CO_2 am Lichte assimilieren. Hieraus ist der Schluß zu ziehen, daß die genannten fleischfressenden Pflanzen sich zweifellos durch photosynthetische Arbeit mit stickstofffreien Stoffen in genügender Menge versorgen können.

St. Petersburg, Universität, Pflanzenphysiolog. Laboratorium.

46. Gustav Warth: Über Fuchsien mit verschieden gestalteten Pollen und verschiedener Chromosomenzahl.

(Mit 7 Abbildungen im Text)

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 29. April 1923 Vorgetragen in der Maisitzung.)

In der Familie der Onagraceen wurden reziprok verschiedene Bastarde bisher in den Gattungen *Oenothera*, *Epilobium* und *Fuchsia* festgestellt. Während die reziproke Verschiedenheit der Oenotheren-Bastarde, wenigstens zum Teil, heute eine befriedigende Erklärung

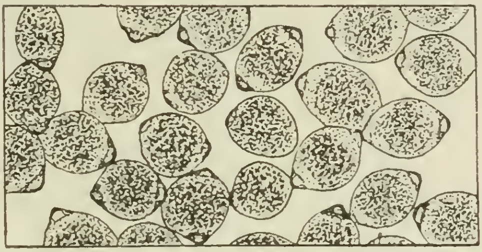


Abb. 1. Pollen mit 2 Austritts-Stellen von *F. corymbiflora* R. et Pav.

gefunden hat, steht eine solche für die beiden andern Gattungen derzeit noch aus.

Zur Klärung des Problems dieser reziproken Verschiedenheit stellte ich mit Arten der Gattung *Fuchsia* hybridologische, histologische und systematische Untersuchungen an. Bei dieser Gelegenheit begegneten mir einmal Fuchsienformen, deren Pollen die

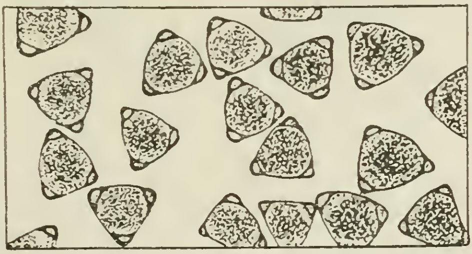


Abb. 2. Pollen mit 3 Austritts-Stellen von *F. coccinea* Ait.

auch bei *Oenothera* gewöhnliche Dreizahl der Austrittsstellen besitzt, daneben die für *Fuchsia* ebenfalls schon bekannten Formen mit zwei Austrittsstellen, und schließlich andere, bei denen regelmäßig, oder doch in großer Anzahl, Körner mit vier Austrittsstellen vorkommen.

Nachdem nun von GATES (1) auf die engen Beziehungen zwischen der 3 und 4-Zahl der Austrittsstellen des Pollens und

den Chromosomenzahlen hingewiesen worden war und LUTZ (2) diese Verhältnisse näher untersucht hatte, erhob sich die Frage,



Abb. 3. Somatische Metaphase aus der Wurzel von *F. corymbiflora.*

ob entsprechende Beziehungen auch für *Fuchsia* gelten, und ob auch die Zweizahl in direkte Beziehung zur Chromosomenzahl zu bringen sei. Eine Aufrollung dieser Frage gewann aber da-

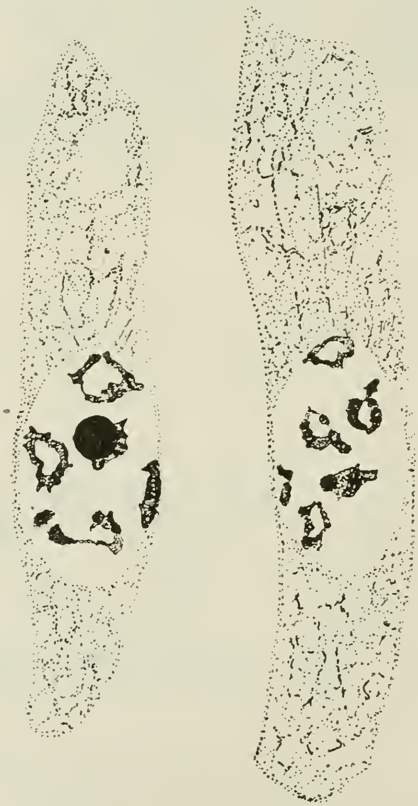


Abb. 4a. Abb. 4b.
Diakinese der Embryosack-Mutterzelle von *F. corymbiflora.*

durch erheblich an Interesse, daß die Chromosomenzahl in der Gattung *Fuchsia* noch nicht sicher ermittelt ist. Nur eine gelegent-

liche Angabe von MC AVOY (3) spricht von 14 Chromosomen in der Haplophase von *F. speciosa.* TISCHLER (4) weist bei Zitierung



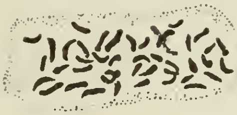
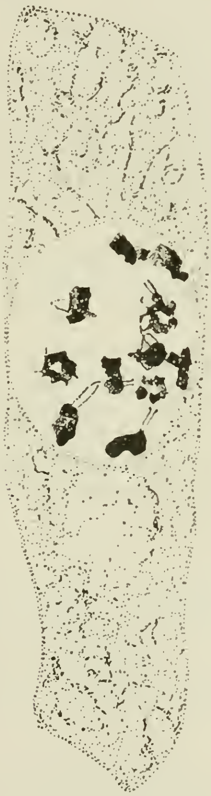


Abb. 5. Abb. 6.
Somatische Metaphasen aus der Wurzel von *F. coccinea.*

dieser Arbeit aber gleichzeitig darauf hin, daß, nach den Bildern von BEER (5) zu schließen, bei *Fuchsia* offenbar auch andere Chromosomenzahlen vorkommen können.



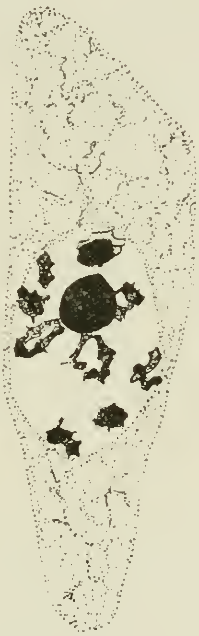


Abb. 7a. Abb. 7b.
Diakinese der Embryosack-Mutterzelle von *F. coccinea.*

Gleich die erste Stichprobe, welche ich nach dieser Richtung anstellte, ergab ein befriedigendes Resultat. Ich wählte zunächst eine der *F. corymbiflora* R. et Pav. nahestehende Form mit zwei-

lappigen Pollen (Abb. 1) und *F. coccinea* Ait. (Abb. 2) mit dreilappigen Pollen. Die Stellung der beiden Arten muß, bei der mangelnden systematischen Bearbeitung der Gattung, als noch nicht völlig geklärt angesehen werden. Die Chromosomen wurden in beiden Fällen, sowohl in somatischen Metaphasen aus der Wurzel, als auch in der Diakinese der Embryosackmutterzelle gezählt. In jedem Fall wurde die Zahl in einer größeren Anzahl von Metaphasen und Diakinesen zweifelsfrei festgestellt. Es ergaben sich für die Form mit zweilappigen Pollen 22 Chromosomen in der Diplophase (Abb. 3), 11 in der Haplophase (Abb. 4a und b); für die Form mit dreilappigen Pollen entsprechend 44 (Abb. 5 und 6) und 22 (Abb. 7a und b).

Ein unter dem Namen „Dollarprinzessin" gehender Gartenbastard mit sehr unregelmäßiger Pollenbildung, ab und zu aber auch mit regelmäßig ausgebildeten vierlappigen Pollen, zeigt in somatischen Metaphasen so viel Chromosomen, daß es mir bis jetzt noch nicht gelungen ist, die Zahl einwandfrei festzustellen, obwohl nicht zu bezweifeln ist, daß es sich um weit mehr Chromosomen handelt als bei der untersuchten dreilappigen Form. Die bisherigen Studien zeigen also, daß auch in der Gattung *Fuchsia* Arten vorhanden sind, die sich sowohl in der Anzahl von Austrittsstellen unterscheiden, als auch in ganz entsprechender Weise bezüglich ihrer Chromosomenzahlen.

Zukünftige, schon in Angriff genommene Untersuchungen werden zu zeigen haben, wie weit dies in der Gattung allgemein ist. Würden solche allgemeine Beziehungen bestehen, so wäre das von nicht unerheblichem Interesse, da die Fuchsien-Arten mit zwei und drei Austrittsstellen am Pollen offenbar systematisch zu trennen sind.

Von speziell karyologischem Interesse ist es, daß bei beiden untersuchten Formen deutliche Ringbildung während der Diakinese auftritt. Wie die Verhältnisse im Pollen liegen, ist hier noch nicht untersucht. Bei einer anderen Form, *F. splendens*, wurde jedoch Ringbildung auch während der Diakinese der Pollenmutterzellen festgestellt.

Tübingen, Bot. Institut der Universität, im April 1923.

Literatur.

1. GATES, Pollenformation in *Oenothera gigas*. Ann. Bot. 1911, **25**.
2. LUTZ, Characters indicative of the number of somatic chromosomes present in oenothera mutants and hybrids. Am. Nat 1917, **51**.

3. MC AVOY, The reduction division in *Fuchsia*. Ohio Nat. 1912, 13.
4. TISCHLER, Allgem. Pflanzenkaryologie in Handbuch der Pflanzen-Anatomie. 1922, **II**, S. 568 Anm.
5. BEER, Notes on the cytology and genetics of the genus *Fuchsia*. Journ of Genetics. 1921, **11**.

47. Walter Zimmermann: Neue einzellige Helgoländer Meeresalgen. Zugleich ein Beitrag zur Polaritätsfrage der Algen[1]).

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 30. April 1923 Vorgetragen in der Maisitzung.)

Die Untersuchungen wurden während zweier Sommeraufenthalte auf Helgoland 1921 und 1922 begonnen und an Kulturen, die von da nach Freiburg i. Br. transportiert wurden, fortgesetzt. Als Kulturgefäße bewährten sich flache Dosenschalen, in denen fast alle untersuchten Algen mit möglichst wenig Seewasser gut gediehen.

1. *Rhodomonas baltica* Karsten[2])

trat sehr häufig in verschiedenen Algenkulturen in Helgoland und Freiburg auf. Der Bauplan (Abb. 1a) stimmt im Grund mit *Cryptomonas* überein. Vom schwach schraubigen Vorderende senkt sich der von KARSTEN[2]) angegebene Schlund ein, der ebenso wie bei *Cryptomonas* von etwa 10 Trichocystenreihen allseitig ausgekleidet ist. Das Ausschleudern der Trichocysten kurz vor dem Absterben läßt sich leicht beobachten.

Der Chromatophor ändert seine Färbung nach den Beleuchtungsverhältnissen. Bei schwacher Beleuchtung nimmt er einen florideenroten (Vermehrung eines wasserlöslichen roten Farbstoffes), im Hellen einen braunen Ton an. Ein typisch gebautes Pyrenoid ist ihm eingelagert; es besitzt eine Stärkehülle, deren Reaktionen mit der Florideenstärke übereinstimmen. Gleiche Reaktionen zeigen Stärkeplatten, die den Chromatophoren angelagert sind, und die in älteren Kulturen sehr zahlreich auftreten. Außerdem findet sich namentlich am Hinterende eine fettartige Reservesubstanz.

Bei der Bewegung schraubt sich der Flagellat entsprechend

1) Eine ausführlichere Arbeit mit weiteren Literaturangaben, Versuchsprotokollen usw. wird anderweitig erscheinen.

2) Über Literatur vgl. OLTMANNS' Morphologie und Biologie der Algen. Jena 1923, Bd. 1, S. 36 ff.

seinem Körperbau, von vorn gesehen, im Uhrzeigersinne durchs Wasser. Er ist sehr lichtscheu, d. h. unter normalen Kulturbedingungen reagiert er bei Lichtstärken von 3 N. K. und darüber negativ phototaktisch und erst bei $^3/_4$ N. K. ergibt sich deutlich positive Phototaxis.

Rhodomonas galt bisher als Vertreter einer schlundlosen Gruppe der Kryptomonaden. Auch ein anderer Angehöriger dieser Gruppe: *Chroomonas* besitzt nach eigenen Untersuchungen Trichocysten, die sackförmig angeordnet sind, und nur die Kleinheit des Objektes verbietet eine sichere Entscheidung, ob innerhalb des Trichocystensackes ein Schlund vorhanden ist oder nicht. Es darf daher wohl die Frage aufgeworfen werden, ob es überhaupt „schlundlose" Kryptomonaden gibt, oder ob bei den kleineren Formen der Schlund nur nicht mehr erkannt werden kann. *Rhodomonas baltica* gehört jedenfalls bestimmt nicht einer schlundlosen und darum niedriger organisierten Gruppe der Kryptomonaden an.

2. *Platymonas tetrathele* West[1]).

Diese *Carteria*-ähnliche Volvocacee lebt in marinen H_2S-reichen Faulschlammtümpeln, die sich hinter der Helgoländer Schutzmauer („Preußenmauer") befinden.

Ein höchst eigenartiger Teilungsvorgang, der zunächst mit einer typischen Längsteilung den plasmatischen Zentralstrang mit Geißelbasis, Kern und Pyrenoid halbiert, führt weiterhin durch Zelldrehungen (vgl. Abb. 1 d bis f) zu einer Inverslage der Tochterindividuen. Aus dieser Teilung läßt sich der von WEST im ganzen richtig angegebene Körperbau verstehen: Die Innenfläche der beiden Tochterindividuen wird zur flachen bis konkaven Bauchseite; das Hinterende, das sich zwischen Membran und Vorderende seines Schwesterindividuums einzwängen muß, ist besonders konkav und relativ dünn.

Auffälligerweise waren bei den Helgoländer Formen stets eine ganze Anzahl (2 bis 9) Stigmen vorhanden (Fig. 1b). Die Zellmembran besteht aus einer pektinartigen Substanz. Im übrigen sei auf die Schilderung von WEST verwiesen.

3. *Prasinocladus lubricus* Kuck.[2]).

Diese festsitzende Volvocacee ist identisch mit *Chlorodendron subsalsum* (Davis) Senn. Ich fand sie in Helgoländer Algenkulturen,

---

1) WEST, G. S., Algological Notes XX. Journ. of Bot. 1916, **54**. S. auch LEWIS, F. und TAYLOR, W. R, Rhodora 1921, **23**, 249. Die hier beschriebene *Pl. subcordiformis* (Wille) Hazen scheint mir kaum wesentlich von *Pl. tetrathele* West unterschieden.

2) Vgl. OLTMANNS l. c., S. 240 f.

von woher sie KUCKUCK beschrieben hat. Bei günstigen Wachstumsverhältnissen in frischen Seewasserkulturen wächst die Alge in der von DAVIS geschilderten lockeren Wuchsform, der „forma *subsalsa*“ n. f. (= *Chlorodendron subsalsum* Senn s. str.). In einer Art Schrittwachstum wird hier täglich das leere Zellgehäuse an den Stiel abgegeben. Die Querwände des Stieles stehen dabei ungefähr um Zellänge auseinander. Unter ungünstigen Wuchsbedingungen, z. B. in alten Kulturen oder oberhalb des Wasserspiegels tritt die

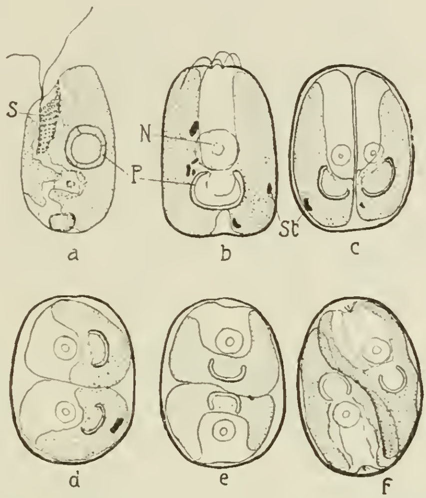


Abb. 1. a) *Rhodomonas baltica*, lebend, b) bis f) *Platymonas tetrathele*, b) freibewegliche Zelle m. 4 Stigmen, c) bis f) 4 Teilungsstadien derselben Zelle. S. = Schlund; N. = Kern; P. = Pyrenoid. Vergr. 900 ×.

Alge in der von KUCKUCK beschriebenen Wuchsform: als „forma *lubricus*“ n. f. (= *Prasinocladus lubricus* Kuck. s. str.) auf. Der auffälligste Unterschied gegenüber der *subsalsa*-Form besteht darin, daß die einzelnen Querwände des Stieles dicht aufeinander folgen (Abb. 2a), auch ist die Zellform meist plumper, die Chromatophorenausläufer sind eingezogen, die Zelle mit Stromastärke vollgestopft; kurz es finden sich all die Erscheinungen, die für Kulturdegenerationen der Grünalgen charakteristisch sind. Die beiden Formen lassen sich leicht (z. B. im hängenden Tropfen) ineinander überzüchten (Abb. 2a), wodurch sich ihre Identität beweisen läßt.

Die Zellmembran sowie der Stiel geben deutliche Pektin-Reaktionen. Der Zellinhalt stimmt im Grundzug mit *Carteria* überein; er steht gewissermaßen auf dem Kopf, d. h. der apikale

Zellpol (dort, wo die Geißeln entstehen) liegt dem Stiele an. Die Teilung besteht in einer Längsteilung, die genau wie bei *Platymonas* den plasmatischen Zentralstrang in seiner ganzen Länge halbiert (Abb. 2a). Während und nach der Teilung drehen sich die beiden Tochterzellen und wachsen jeweils zu einem neuen Zweige aus, und zwar die dem Stiele genäherte Zelle in Verlängerung des Mutterstieles, die andere als Seitenzweig. Die Angaben DANGEARDs[1]),

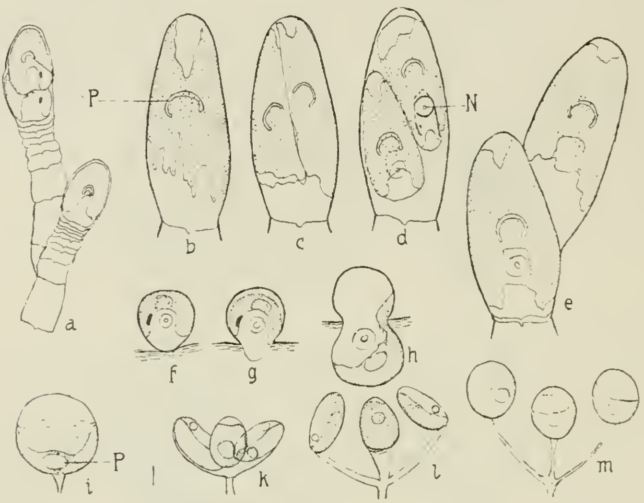


Abb. 2. a) bis e) *Prasinocladus lubricus;* a) Koloniezweig: am Grunde als „*subsalsa*-Form", später als „*lubricus*-Form" gewachsen. b) bis e) 4 Teilungsstadien mit Schrägstellung der Teilungsebene und beginnender Verzweigung. f) bis h) *Chlorocystis Cohni*: 3 Keimungsstadien. i) bis m) *Dictyosphaerium pulchellum*: 4 Teilungsstadien mit „Schaukelbewegung" der einzelnen Zellen. N. = Kern; P. = Pyrenoid. Vergr. a) 400 ×; b) bis m) 900 ×.

daß bei der *lubricus*-Form das eine Tochterindividuum sich zweimal um 180° drehen soll, kann ich nicht bestätigen. Die Divergenz der beiden Zellachsen beträgt zum Schlusse (beim Auswachsen der Zellen) 30° bis 50° (selten mehr bis höchstens 90°), aber nie 180° wie bei *Platymonas*.

Zur Fortpflanzung schlüpft der Zellinhalt als viergeißliger Schwärmer aus, wie das KUCKUCK und DAVIS richtig geschildert haben. Als Dauerorgane kommen Agamocysten vor, deren Keimung in 16 bis 32 Schwärmer ich beobachten konnte.

Nach den Beschreibungen und Abbildungen zu schließen, ist

1) DANGEARD, P. A., Le Botaniste, Sér. 12, 1912, S. 1–21.

die „*Carteria*", die von KEEBLE und GAMBLE[1]) als Symbiont in *Convoluta roscoffensis* angegeben wird, gleichfalls identisch mit *Prasinocladus lubricus*.

4. *Chlorocystis Cohni* Reinh.[2]).

Die Alge wurde vorwiegend als Parasit in den röhrenförmigen Gallertgehäusen von *Navicula* (*Schizonema*) *Grevillei* Ag. beobachtet. Der viergeißlige Schwärmer setzt sich auf der Außenseite des Gallertgehäuses fest (Abb. 2f) und durchbohrt die Wand mit einem Rhizoid (Abb. 2g). Das Rhizoid erweitert sich darauf und nimmt den Zellinhalt auf. Die Zellachse dreht sich dabei um 180°, wie schon REINHARD entgegen neueren Angaben geschildert hat[3]). Schließlich erwächst das Rhizoid zum Hauptzellteil, nämlich zu der bis zu 60 μ groß werdenden „Sekundärblase", während die alte, nahezu inhaltlose „Primärblase" außerhalb des Gallertgehäuses bleibt und die ganze Zelle verankert. Die Bildung der Schwärmer erfolgt in der für die Protococcaceen üblichen Weise. Ich habe den früheren Beschreibungen nichts wesentliches hinzuzufügen, nur traten bei den Helgoländer Formen nie zweigeißlige Schwärmer auf.

5. Die Zellpolarität bei monergiden Chlorophyceen.

Für eine vergleichende entwicklungsgeschichtliche Betrachtung scheinen vor allem die verschiedenartigen Veränderungen der Zellpolarität bei den drei Vertretern der *Protococcales* wesentlich. In der ganzen Gruppe der *Protococcales* sind ja Drehungen der Polaritätsachse sehr häufig und stehen in einem charakteristischen Zusammenhange mit dem Entwicklungsgeschehen, ohne daß ihnen bisher genügend Beachtung geschenkt wurde. Im wesentlichen lassen sich dabei folgende Typen unterscheiden:

I. Drehungen der Polaritätsachsen fehlen:

Polyblepharis-Typ.

Beispiel: Polyblepharidaceae, *Chlamydomonas gigantea* Dill[4]).

II. Polaritätsänderungen im unmittelbaren Zusammenhang mit der Teilung:

A. Achsen der Tochterindividuen drehen sich (mindestens) anfangs gleichsinnig und asymmetrisch zur Mutterachse:

---

1) KEEBLE, F. und GAMBLE, F. W., The Origin and Nature of the Green Cells of *Convoluta roscoffensis* Proc. Roy. Soc. London 1905, 77.

2) S. OLTMANNS l. c. S. 260 und MOORE, G. T., Bot. Gaz. 1900, 30, 100.

3) REINHARD, L., Contributiones ad morphologiam et systematicam algarum maris nigri. Odessa 1885.

4) DILL, O., Die Gattung *Chlamydomonas* usw. Jahrb. f. wiss. Bot. 1895.

1. Nur gleichsinnige Drehungen bis 90°[1]):
Chlamydomonas-Typ.
Beispiel: *Chlamydomonas longistigma* Dill[2]).

2. Anfangs gleichsinnige Drehung um weniger als 90°, später schwache Divergenz die zur Verzweigung führt:
Prasinocladus-Typ.
Beispiel: *Prasinocladus lubricus* Kuck. (Abb. 2, a—e.)

3. Anfangs gleichsinnige Drehung bis zu 90°, später starke Divergenz bis zu 180°, die zur Inverslage eines Tochterindividuums führt:
Platymonas-Typ.
Beispiel: *Platymonas tetrathele* West. (Abb. 1, b—f.)

B. Achsen der Tochterindividuen drehen sich von Anfang an nicht gleichsinnig, sondern sind symmetrisch zur Mutterachse geneigt.

1. Apikaler Zellpol einwärts gegen die Mutterachse geneigt. Drehung führt zur Bildung eines Hohlkugelverbandes, bei dem die apikalen Zellpole zunächst nach innen gerichtet sind. Die Inverslage wird kurz vor der Geißelbildung durch Umstülpung der Hohlkugel wieder ausgeglichen:
Volvox Typ.
Beispiel: *Eudorina*, *Pleodorina*, *Volvox*[3]).

2. Apikaler Zellpol auswärts, von der Mutterachse weggeneigt. Durch die Drehung wird ein Zwischenraum zwischen den Einzelindividuen der (vierzelligen) Kolonie gewonnen. Eine rückläufige Schaukelbewegung des Zellinhalts führt wieder zur Normallage der Zellachsen:
Dictyosphaerium-Typ.
Beispiel: *Dictyosphaerium pulchellum.*[4]) (Abb. 2, i—m.)

---

1) Endlage wie in Abb. 1d.

2) DILL, O., Die Gattung *Chlamydomonas* usw. Jahrb. f. wiss. Bot. 1895.

3) MERTON, H., Über den Bau und die Fortpflanzung von *Pleodorina illinoisensis* Kofoid. Zeitschrift f. wiss. Zool. 1908, 90, 445. — HARTMANN, M., Die dauernd agame Zucht von *Eudorina elegans* usw. Arch. f. Protistenk. 1921, 43, 223. — ZIMMERMANN, W., Zur Entwicklungsgeschichte und Zytologie von *Volvox*. Jahrb. f. wiss. Bot. 1921, 60, 256. — KUSCHAKEWITSCH, S., Zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte von *Volvox*. Bull. de l'Acad. des Sciences de l'Oukraine 1922. 1. 31. (S. a. Ref. in Zeitschr. f. Bot. 1923.)

4) Eigene unveröffentlichte Beobachtungen.

III. Polaritätsänderungen beim Auswachsen der Zellen:

a) Drehungen bis zu 90°:

Codiolum-Typ.

Beispiel: *Codiolum gregarium* Kuck.[1]).

b) Drehungen bis zu 180°:

Chlorocystis-Typ.

Beispiel: *Chlorocystis Cohni* und *Chlorochytrium*-Arten.

Soweit sich die Verhältnisse bisher übersehen lassen, herrscht die Regel, daß bei den *Protococcales* stets die morphologische und physiologische Zellpolarität zusammenfällt. Es ist also hier wohl die Möglichkeit der Zellpolarität verwirklicht, die PFEFFER vor Augen hatte, als er davon sprach, daß vielleicht „der Protoplast selbst unveränderlich polar ist und infolge von Orientierungsreizen (analog wie eine freilebende *Euglena*) innerhalb der starren Zellhaut die Lage seiner fixen Symmetrieachse selbsttätig verschiebt" [2]). Es behalten also einerseits die einzelnen ergastischen Zellteile (Chromatophor, Kern usw.) im ganzen ihre Lagebeziehung zueinander bei, und andererseits sind auch die entwicklungsphysiologischen Erscheinungen, z. B. die Längsteilung, Geißelbildung, stets an die Lage der Zellachsen gebunden.

Bei morphologisch höher organisierten Algengruppen konnte ich dagegen nachweisen, daß die andere von PFEFFER ausgesprochene Möglichkeit verwirklicht ist, daß nämlich bei Polaritätsänderungen die morphologischen und physiologischen Achsen nicht dauernd zusammenfallen, sondern daß „eine Verschiebung der physiologischen (Verf.) Polarität ohne Wendung des Gesamtkörpers, durch die Modifikation der inneren Konstellation erzielt" [2]) wird. Z. B. bei Braunalgen[3]) und fadenförmigen Grünalgen treten Drehungen der physiologischen Polaritätsachsen (die durch die Wachstumsrichtung und -Art gekennzeichnet sind) ein, ohne daß sich dabei die Zelle gleichzeitig als Ganzes drehen muß.

Worauf ist nun dies verschiedenartige Verhalten in den einzelnen Algengruppen zurückzuführen? Ich halte es für sehr wahrscheinlich, daß die Fixierung der Achsenlagen bei den *Protococcales* mit dem meist sehr ausgeprägten plasmatischen Zentralstrang zusammenhängt; dieser verleiht namentlich im begeißelten

---

1) Eigene unveröffentlichte Beobachtungen.

2) PFEFFER, W., Pflanzenphysiologie. 2. Aufl., 2. Bd., Leipzig 1904. S 193 f.

3) ZIMMERMANN, Zytologische Untersuchungen an *Sphacelaria fusca* Ag. Zeitschr. f. Bot. 1923, 15, 113

Zustand als Rhizoplast infolge seiner ausgesprochenen Geluatur der ganzen Zelle einen inneren Halt. Bei den äußerlich höher organisierten Algen, z. B. den fadenförmigen oder andersartig thallosen Formen wird dagegen die Zellachse vorwiegend von Zellsaftvakuolen eingenommen, und die einzelnen Zellbestandteile erhalten eine viel größere Verschiebbarkeit gegeneinander. Es scheint, als ob diese größere Plastizität der Zellachsen eine wesentliche Voraussetzung für den Reichtum an äußeren Formen der höher organisierten Gewächse ist —, für den Reichtum, der ja entwicklungsphysiologisch auf Drehungen und Wendungen der Zellpolaritätsachsen zurückzuführen ist.

Freiburg i. Br., Botan. Institut.

---

48. N. A. Maximow und Elisabeth Lebedincev: Über den Einfluß von Beleuchtungsverhältnissen auf die Entwickelung des Wurzelsystems.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 5. Mai 1923. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Die formbildende Wirkung der Beleuchtungsverhältnisse auf die Entwickelung und den Bau der Blätter ist schon vielfach von zahlreichen Forschern bemerkt und ausführlich untersucht worden, so daß der Unterschied zwischen Licht- und Schattenblättern ein Schulbeispiel der leichten Veränderungen des Pflanzenorganismus unter dem Einfluß von äußeren Verhältnissen geworden ist. Die Frage aber, ob diese Veränderungen in den oberirdischen Organen, welche die Einwirkung des Lichtes unmittelbar empfinden, auch durch irgendwelche Veränderungen in den unterirdischen Teilen begleitet werden, ist noch sehr wenig in der Literatur berührt worden.

Im Laufe einer Untersuchung über anatomische und physiologische Veränderungen, welche in vollständig entwickelten Blättern durch das Variieren der Beleuchtungsverhältnisse hervorgerufen werden (und von der an anderem Ort mitgeteilt wird) wurde unsere Aufmerksamkeit auf folgende Erscheinung gelenkt: nach dem Entfernen der Blätter treten Wassertropfen aus den zerschnittenen Blattstielen bei Lichtpflanzen viel schneller hervor als bei Schattenpflanzen.

Diese Beobachtung regte uns dazu an, das Wurzelsystem der Pflanzen, die bei verschiedener Beleuchtung kultiviert waren, zu untersuchen. Dabei fiel es uns sogleich auf, daß das Wurzelsystem

der Pflanzen, die in vollem Sonnenlichte wuchsen, viel üppiger als das der Schattenpflanzen entwickelt war. Die Arbeit wurde im Versuchsgewächshaus (das eine helle, offene und eine beschattete Abteilung hat) des Laboratoriums für experimentelle Morphologie und Ökologie des Petersburger Botanischen Gartens ausgeführt.

Es wurden Pflanzen von verschiedenen ökologischen Typen gewählt: eine Lichtpflanze — der Buchweizen, eine Schattenpflanze — *Impatiens parviflora*, und die eine Zwischenstellung einnehmende *Phaseolus vulgaris*, es sei aber von vornherein darauf hingewiesen, daß alle drei Pflanzen gleiche Resultate ergaben. Die Pflanzen wurden in Blumentöpfen von mittlerer Größe kultiviert, und die Entwickelung des Wurzelsystems nach seinem Trockengewicht geschätzt. Die Lichtpflanzen von *Impatiens* ergaben das Trockengewicht des Wurzelsystems 0,90—1,00 g, die Schattenpflanzen 0,06—0,14; die Lichtpflanzen von *Phaseolus* 1,01—2,59, die Schattenpflanzen 0,15—0,18; die Lichtpflanzen von Buchweizen 0,20—0,22, die Schattenpflanzen 0,12—0,14 (infolge des äußerst großen Lichtbedürfnisses des Buchweizens wurde es unvermeidlich, die Schattenexemplare nur bei schwacher Beschattung zu kultivieren).

Beobachtungen von solcher Art stellen nicht etwas ganz neues dar. Viele Autoren haben schon bemerkt, daß die in vollem Lichte wachsenden Pflanzen ein viel besser entwickeltes Wurzelsystem als die Schattenpflanzen besitzen.

In einer Arbeit von LUBIMENKO (1) ist ausführlich darauf hingewiesen. Er beobachtete eine merkliche Abnahme der Wurzellänge bei Schwächung der Beleuchtung und setzte voraus, daß zwischen den ober- und unterirdischen Pflanzenorganen ein gewisser Antagonismus besteht, daß nämlich das Licht, welches das Wachstum des Stengels hemmt, das Wachstum der Wurzel fördert, indem sich dahin der Überfluß an Assimilaten, die keine Anwendung im Stengel gefunden haben, wendet. Ebenso bemerkt auch COMBES (2), der den Einfluß der Beleuchtungsverhältnisse auf die Entwickelung der Pflanzen untersuchte, indem er die Pflanzen in besonderen Zelten aus Stoff von verschiedener Dichte kultivierte, daß parallel mit wachsender Beschattung das Gewicht des Wurzelsystems abnimmt. Jedoch legt COMBES seinen Beobachtungen nicht viel Gewicht bei und beruft sich bezüglich der Deutung dieser Erscheinung auf die Meinung von LUBIMENKO. Die von uns gewonnenen Resultate bestätigen also die Ergebnisse dieser Autoren, jedoch legen wir ihnen eine ganz andere Erklärung zu Grunde, indem wir in dem üppigen Wachstum des Wurzelsystems der Lichtpflanzen in erster Linie das Resultat einer Veränderung der Wasserverhältnisse erblicken.

Erhöhte Beleuchtung ruft, wie bekannt, eine stark erhöhte Transpiration hervor, so daß eine Pflanze, die im Schatten kultiviert wurde und daraufhin in das direkte Sonnenlicht exponiert wird, oft Zeichen von Welken äußert. Schon nach einigen Tagen jedoch „gewöhnt" sich die Pflanze an die Sonne und erholt sich. Es interessierte uns die Frage, welche Veränderungen in dieser Zeit in der Pflanze vor sich gehen, und worin dieses „Gewöhnen" besteht.

Wir konnten nicht annehmen, daß in den Blättern besondere, die Transpiration hemmende Anpassungen gebildet werden, da zahlreiche Beobachtungen von verschiedenen Autoren — mit GÉNEAU DE LAMARLIÈRE (3) anzufangen und mit einem von uns (4) und seinen Mitarbeitern im Tifliser Botanischen Garten zu schließen — übereinstimmend zeigen, daß die Lichtpflanzen im Vergleich mit den Schattenpflanzen keine herabgesetzte, sondern meistens eine erhöhte Transpirationsintensität besitzen.

Das Übertragen der Pflanze in Verhältnisse von stärkerer Beleuchtung muß also Veränderungen in der Blattstruktur hervorrufen, welche nicht zu einer Herabsetzung, sondern zu einer Erhöhung von Wasserabgabe durch das Blatt führen. Und damit muß, falls die Pflanze imstande ist, solch einen erhöhten Wasserverbrauch auszuhalten, eine Vergrößerung der Wasserabsorption durch die Wurzel und der Leitungsfähigkeit der Pflanze verknüpft sein.

Auf Grund dieser Überlegungen wandten wir unsere Aufmerksamkeit der Wirkung des Übertragens der Pflanzen aus einem beschatteten Ort in volles Licht auf die Entwickelung des Wurzelsystems zu. Als Maß der Entwickelung des Wurzelsystems wurde auch hier dessen Gewicht in trockenem Zustande angenommen, indem der unterirdische Teil des Hypokotyls zu den oberirdischen Teilen zugerechnet wurde.

Tabelle I.

Impatiens parviflora.

Bedingungen der Vegetation	Gewicht der Wurzeln	Gewicht des Stengels und der Blätter	Verhältnis
42 Tage im Schatten	0 22	1 44	6,5
42 „ „ „	0,20	1 30	6 5
37 „ „ „	0,14	0,77	5,5
23 Tage im Schatten, 19 Tage im Licht	0,42	0,85	2,0
23 „ „ „ 19 „ „ „	0 54	1,25	2,3
7 Tage im Schatten, 30 Tage im Licht	0,91	1,58	1 7
7 „ „ „ 30 „ „ „	1,00	1,09	1,1

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, daß bei ungefähr gleicher Entwickelung der oberirdischen Teile bei allen Exemplaren die Pflanzen, welche aus dem Schatten ins Licht übertragen wurden, ein viel üppiger entwickeltes Wurzelsystem gebildet haben und um so mehr, je längere Zeit das Licht auf die Pflanze eingewirkt hat.

Am deutlichsten ist dieses aus den Angaben der letzten Rubrik zu ersehen, welche das Verhältnis des Gewichtes der oberirdischen Teile zu dem Gewicht der Wurzel bei dem Übertragen der Pflanzen ins Licht zeigt. Dieses Verhältnis vermindert sich von 5,5—6,5 bis zu 2,0—2,3 und bei früherem Übertragen sogar bis 1,1—1,7.

Ähnliche Resultate haben wir auch mit *Phaseolus vulgaris* erhalten, indem wir bei dieser Pflanze auch die volle Blattoberfläche gemessen haben und das Verhältnis des Trockengewichts der Wurzel in Milligramm zu der Blattoberfläche in Quadratzentimeter berechnet haben.

Tabelle II.

Phaseolus vulgaris.

Bedingungen der Vegetation	Gewicht der Wurzeln (R)	Gewicht des Stengels und der Blätter (S)	Verhältnis S : R	Blattoberfläche in qcm	Gewicht der Wurzeln zu 1 qcm Blattoberfläche berechnet
42 Tage im Schatten	0,15 g	1,50 g	10,0	447	0,34 mg
27 Tage im Schatten } 15 Tage im Licht }	0,46 g	1,75 g	3,8	419	1,10 mg
42 Tage im Licht	2,98 g	5,20 g	1,7	731	2,39 mg
50 Tage im Schatten	0,18 g	1,23 g	6,8	438	0,41 mg
30 Tage im Schatten } 20 Tage im Licht }	0,38 g	0,88 g	2,3	402	0,94 mg
30 Tage im Licht } 20 Tage im Schatten }	0,72 g	1,96 g	2,7	661	1,09 mg
50 Tage im Licht	1,01 g	1,95 g	1,9	574	1,76 mg

Die Tabelle zeigt, daß beim Übertragen aus dem Schatten ins Licht die Wurzelmenge, auf 1 qcm Blattoberfläche berechnet, innerhalb 2—3 Wochen 2—3mal so groß geworden und das Verhältnis des Gewichts der oberirdischen Teile zum Gewicht der unterirdischen Teile von 10,0 bis zu 3,8 in einem Versuch und von 6,8 bis 2,3 in einem anderen gefallen war.

Bemerkenswert ist es, daß das Übertragen aus dem Licht in den Schatten eine bedeutende Verminderung des Gewichtes des Wurzelsystems (berechnet auf 1 qcm Blattoberfläche) von 1,76 bis

zu 1,09 mg und auch eine Vergrößerung des Verhältnisses des Gewichtes der oberirdischen Teile zu dem Gewicht der unterirdischen Teile von 1,9 bis zu 2,7 zur Folge hat. Mit anderen Worten wirkt das Übertragen in den Schatten sofort verzögernd auf den weiteren Zuwachs der Wurzel.

Es schien uns interessant, die Veränderungen der Verhältnisse der Wasserleitung, die durch Variieren der Beleuchtungsverhältnisse hervorgerufen werden, zu erforschen. Zu diesem Zwecke haben wir auf Querschnitten des Hypokotyls von *Phaseolus* und *Impatiens* die Flächen des Xylems gemessen, wobei wir, natürlich in grober Annäherung, deren Dimensionen ihrer Leitungsfähigkeit proportional annahmen.

Wir haben für diese Untersuchungen deshalb das Hypokotyl gewählt, weil in seinem Holzzylinder alle Leitbündel, welche aus der Wurzel in den Stengel gehen, zusammengefaßt sind. Falls wir den Querschnitt der Fläche des Xylems eines Schattenexemplars von *Phaseolus vulgaris* für 100 annehmen. erhalten wir für ein Lichtexemplar 194 und für eine Pflanze, die inmitten ihrer Vegetationsperiode aus dem Schatten ins Licht übertragen wurde, 145. Für *Impatiens* haben wir folgende Zahlen erhalten: Die Fläche des Xylems der Schattenpflanze — 100, der Lichtpflanze — 139; die Zahl der großen Tracheen bei der Schattenpflanze 139, bei der Lichtpflanze 237.

Aus diesen Zahlen können wir mit voller Bestimmtheit schließen, daß das Leitungssystem der Wurzel durch die erhöhte Beleuchtung der oberirdischen Teile eine Anregung zu mächtiger Entwickelung erfährt. Dadurch wird ein erhöhter Transpirationsstrom hervorgerufen.

Die von uns erhaltenen Resultate können, wie es uns scheint, in Parallele zu den Versuchen von WINKLER (5) gesetzt werden, in welchen er den Blattstiel von *Torenia asiatica* in einen Stengel umwandelte. Indem er abgeschnittene Blätter von dieser Pflanze als Blattstecklinge kultivierte, hat er zuweilen Entwickelung von Sprossen aus Knospen, die sich am oberen Ende des Stieles oder sogar auf der Blattspreite bilden, beobachtet. Dabei erwies es sich, daß, in Übereinstimmung mit der Verstärkung des Wasserstromes im Blattstiele dessen Leitungssystem sich mehrfach vergrößert und sogar morphologisch einem Sproß-Leitungssystem ähnlich zu sein beginnt.

WINKLER spricht die Meinung aus, daß die Ursache einer reichlichen Gefäßbildung nicht in überreicher Stoffzufuhr, sondern in erhöhten Ansprüchen an die Tätigkeit der wasserleitenden Ge-

webe zu suchen ist. Die von uns gewonnenen Resultate liefern eine neue Stütze dieser Meinung von WINKLER, die in ähnlicher Weise noch früher von JOST ausgesprochen wurde. Wir ersehen in der unter dem Einfluß von intensiver Beleuchtung gesteigerten Wasserabgabe die Ursache der Entwickelung des Absorptions- und Leitungssystems der Wurzel.

Was für eine Art von Wirkung diese Beleuchtung ausübt, ob es ein chemischer Reiz im Sinne der „wurzelbildenden Stoffe" von SACHS, die neuerdings von LOEB (6) wieder erwähnt werden, oder irgendein anderer ist, können wir zurzeit nicht sagen, es sind dazu spezielle Untersuchungen erforderlich. Indem wir die Absicht aussprechen, in der nächsten Zeit die in dieser kurzen Mitteilung besprochenen Fragen näher zu bearbeiten, wollen wir die gewonnenen Resultate kurz zusammenfassen:

1. Wenn auch das Licht auf das im Boden sich befindende Wurzelsystem unmittelbar keinen Einfluß hat, reagiert letzteres doch ganz deutlich auf die Beleuchtungsverhältnisse der oberirdischen Teile.
2. Pflanzen, die in vollem Sonnenlichte kultiviert werden, entwickeln ein bedeutend größeres Wurzelsystem als Pflanzen, die im Schatten wachsen.
3. Diese Reizwirkung des Lichtes auf die Entwickelung des Wurzelsystems äußert sich ganz deutlich auch beim Übertragen von erwachsenen Pflanzen aus dem Schatten ins Licht.
4. Die Reizwirkung des Lichtes äußert sich am deutlichsten in der Entwickelung von wasserleitenden Elementen, und hiermit steht diese Erscheinung in Zusammenhang mit der Erhöhung der Transpiration im Lichte.

Petersburg, Botanischer Garten, April 1923.

Literatur.

1. W. LUBIMENKO, Annales d. sc. nat. Bot, 9 série 1907, t. 7, p. 321–415.
2. R. COMBES, Ann. d. sc. nat. 9 série, t. 11, p. 75—254.
3. L. GÉNEAU DE LAMARLIÈRE, Revue gén. de Bot., t. IV, 1892, p. 529
4. N. A. MAXIMOW, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 62, 1923, S. 128 - 144.
5. H. WINKLER, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 45 1907, S. 1—80.
6. J. LOEB, Bot. Gazette, vol 63. 1917, p. 25—50.

49. W. W. Lepeschkin: Über aktive und passive Wasserdrüsen und Wasserspalten.

(Eingegangen am 8. Mai 1923. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Der vorliegende Aufsatz ist durch das Referat von BURGERSTEIN in seiner Monographie: „Transpiration der Pflanzen" (neue Ausgabe) betreffend die Wasser ausscheidenden Organge veranlaßt. Liest man dieses Referat, so bekommt man den Eindruck, daß eine aktive Wasserausscheidung durch epidermale Organe überhaupt nicht bewiesen ist, und daß die Wasserausscheidung ausschließlich unter der Einwirkung des Blutungsdrucks und durch Filtration des Xylemwassers stattfindet. In diesem Referat wird auch darauf hingewiesen, daß, meinen Untersuchungen nach, die Wasserausscheidung bei *Camellia* (resp. *Thea*) ebenfalls nur ein Wasserfiltrationsvorgang sei. Um Mißverständnisse zu vermeiden, möchte ich in diesem Aufsatze einige Ergebnisse meiner Untersuchungen, welche schon vor 18 Jahren gemacht und teilweise in russischer Sprache, teilweise aber noch nicht in einer Zeitschrift veröffentlicht wurden, kurz mitteilen.

Die Kraft, die für Wasserausscheidung aus unverletzten Organen der Pflanze nötig ist, kann entweder vom Blutungsdruck geliefert oder durch Epidermiszellen und epidermale Bildungen erzeugt werden.

Die Wasserausscheidung durch den Blutungsdruck findet entweder unter Vermittelung von besonders konstruierten Wasserspalten oder durch gewöhnliche Spaltöffnungen statt, welche sonst als Luftspalten funktionieren. Die Vermutung HABERLANDTs, daß die mit einem Epithem versehenen Wasserspalten einiger Pflanzen Wasser ohne Hilfe des Blutungsdrucks aktiv ausscheiden können, bestätigte sich im weiteren nicht. Die betreffende Literatur ist in der Monographie BURGERSTEINs nachzusehen. Aus meiner eigenen Erfahrung möchte ich nur auf die Tatsache hinweisen, daß es mir nie gelungen war, eine Wasserausscheidung in mit Dampf gesättigten Raum aus Wasserspalten zu beobachten, wenn vorher die diese Spalten tragenden Blattränder abgeschnitten und mit der Schnittfläche in Wasser getaucht waren. Meist hörte die Wasserausscheidung schon nach der Abtrennung der Wasserspalten tragenden Zweige vom Stengel auf. Was nun die Tatsache anbetrifft, daß nach der Vergiftung der Wasserspalten einiger Pflanzen mit Alkohol-Sublimat die Wasserausscheidung aufhört, so kommt

das dadurch zustande, daß die Interzellularen des Epithems beim Absterben der Zellen verschwinden oder zusammengeknittert werden. Erhöht man aber den Druck, mit welchem Wasser durch die Spalten herausgepreßt wird, so fließt auch durch vergiftete Wasserspalten Wasser aus.

Die Wasserausscheidung durch Luftspalten (d. h. durch gewöhnliche Spaltöffnungen) findet bei Gramineen und vielen Papilionaceen statt. Von den letzteren scheidet *Pisum sativum* Wasser aus den Spaltöffnungen des Stengels aus, *Vicia* aus den Spaltöffnungen des Blattes.

Was nun die aktive Wasserausscheidung durch epidermale Organe anbelangt, so wurde sie zuerst von HABERLANDT beschrieben; ihre Möglichkeit wurde jedoch von einigen Forschern bestritten. In einer meiner Arbeiten[1]) zeigte ich, daß die Wasserausscheidung durch Haare in feuchtem Raum auch an ganz kleinen Blattstücken von *Phaseolus* beobachtet werden kann, wobei ein mehrmaliges Waschen der Haare mit Wasser die Wasserausscheidungsenergie nicht ändert. In dieser Arbeit gab ich auch eine richtige Zeichnung der Wasser abscheidenden Haare von *Phaseolus multiflorus*, weil die diesbezügliche Zeichnung HABERLANDTs nicht genau ist. Eine aktive Wasserausscheidung durch Haare beobachtete ich ebenfalls an *Abutilon* (Blätter) u. a. Malvaceen, an einigen Tiliaceen (Blätter) und an *Lathyrus odoratus* (Schoten). Die aktive Wasserausscheidung durch sogenannte Kalkgrübchen von Farnen wurde zuerst von ROSANOFF beschrieben. Später zeigte ich, daß diese Grübchen wenig Kalk und viel Zucker ausscheiden, so daß sie den Nektarien nahestehen. Schließlich habe ich bei Ternstroemiaceen (bei *Camellia* und *Thea*) und bei *Escallonia microphylla* eine aktive Wasserausscheidung durch ephemere farblose Emergenzen von konischer Form beschrieben, welche man an den Blattzähnen jüngerer Blätter findet[2]). Die Aktivität dieser Organe kann man dadurch beweisen, daß man den Blattrand mit Zähnen abschneidet und mit der Schnittfläche ins Wasser taucht, die Zähne aber (mit weißen Emergenzen) in einem mit Wasserdampf gesättigten Raum hält. Die Wasserausscheidung wird auch unter solchen Bedingungen beobachtet, obwohl die Energie der Ausscheidung kleiner ist als zuvor, weil die Operation ungünstige Bedingungen der Ernährung und Wasserversorgung schafft. Bestreicht

1) Zur Kenntnis des Mechanismus der aktiven Wasserausscheidung durch die Pflanzen. Beihefte z. Bot. Ctbl. 1906.

2) Bull. de la société de naturalistes de St. Petersbourg. 1900. Protok. Nr. 6 (deutsch) und in Bull. de la société botanique de Genève. 1922

man aber einige Emergenzen mit Sublimat-Alkohol, so sterben sie ab und scheiden kein Wasser mehr aus.

Alle bisher besprochenen Wasser ausscheidenden Organe sind mehrzellig. HABERLANDT beschreibt aber auch einzellige Wasser ausscheidende Organe[1]). Doch muß ich an deren Fähigkeit, größere Quantitäten von Wasser auszuscheiden, zweifeln, weil Wassertröpfchen auch an den toten Blattstücken, die vom Herbarmaterial genommen sind, im feuchten Raum erscheinen. Das Erscheinen der Wassertröpfchen muß man also hier der Hygroskopizität der Stoffe zuschreiben, welche sich in dem von dem Organe ausgeschiedenen Schleim befinden.

---

50. N. Cholodny: Zur Frage nach der Rolle der Ionen bei geotropischen Bewegungen.

(Eingegangen am 11. Mai 1923. Vorgetragen in der Maisitzung.)

I.

Im Jahre 1918 ist meine Arbeit „Über den Einfluß der Metallionen auf die Reizerscheinungen bei den Pflanzen“[2]) erschienen. Im letzten Kapitel dieser Arbeit ist der Versuch gemacht worden, eine Theorie des Geotropismus aufzubauen, welche einerseits mit den modernen Vorstellungen von der physikalisch-chemischen Natur der Reizerscheinungen übereinstimmte, andererseits als Arbeitshypothese bei weiteren Untersuchungen über den Geotropismus dienen könnte. Da dieser Teil meiner Arbeit etwas abgekürzt später auch in einem deutschen Aufsatz[3]) dargestellt wurde, so brauche ich hier diesen Gegenstand nicht mehr zu besprechen. Es sei nur bemerkt, daß als Grundlage der ganzen Theorie der Gedanke LOEBs von der hervorragenden Rolle der Ionen der Alkali- und Erdalkalimetalle im Mechanismus der Reizerscheinungen angenommen wurde. Deshalb könnte die von mir vorgeschlagene Theorie „Metallionentheorie des Geotropismus“ genannt werden. Bezüglich der Frage über die Wirkung dieser Ionen auf geotropische Erscheinungen wird der Leser einige Tatsachen in meiner anderen Arbeit[4]) finden.

1) Physiologische Pflanzenanatomie (letzte Ausgabe).

2) Schriften der Universität zu Kiew (1918), S. 1—133 (russisch mit deutsch. Zusammenfassung).

3) Beihefte z. Botan. Zbl., Bd 39 (1922), Abt. I, S. 222.

4) Beihefte z. Botan. Zbl., Bd. 39 (1923), Abt. I, S. 239

Im Jahre 1920 erschien die Arbeit J. SMALLs[1]), in welcher der Verfasser ebenfalls den Versuch macht, an die Erscheinungen des Geotropismus vom physikalisch-chemischen Standpunkt heranzutreten. Die von ihm vorgeschlagene Hypothese hat den Namen „Wasserstoffionentheorie des Geotropismus" (The Hydrion Theory of Geotropism) erhalten. Dem Verfasser ist, selbstverständlich, meine russische Arbeit unbekannt geblieben. Trotzdem stimmen manche von seinen Hauptannahmen mit den meinigen zusammen. Ebenso wie ich geht er von dem Gedanken aus, daß unter der Wirkung der Schwerkraft eine Umlagerung der Partikelchen im Plasma stattfinden soll, und daß mit dieser Umlagerung das Entstehen einer elektromotorischen Kraft in den Pflanzenzellen verbunden ist. Übrigens beschränkt sich die Ähnlichkeit unserer Theorien auf diese zwei Punkte. Im weiteren haben wir in unseren Überlegungen ganz verschiedene Wege eingeschlagen, und im letzten Fazit gehen die von uns konstruierten Hypothesen weit auseinander. Welcher von beiden ein größerer heuristischer Wert zugesprochen werden muß, wird selbstverständlich die Zukunft zeigen.

Das Wesen der Hypothese SMALLs besteht in folgendem: In der oberflächlichen Plasmaschicht der Zellen der Perzeptionszone findet unter der Wirkung der Schwerkraft ein Emporschwimmen der kolloidalen Eiweißpartikelchen statt, demzufolge die Anzahl der letzteren im oberen Teil jeder Zelle größer, im unteren geringer wird. Da diese Partikelchen elektrisch geladen sind, so hat eine solche Verteilung derselben „eine Verminderung der Polarisation an der Unterseite der Zelle und eine Vergrößerung an deren Oberseite" zur Folge. In diesem Zustand kann man jede Zelle als ein Konzentrationselement mit einer bestimmten, obwohl geringen elektromotorischen Kraft betrachten. Als Resultat der Zusammenwirkung dieser elementaren elektromotorischen Kräfte sollen Ströme entstehen, welche längs der Wachstumsregion des Organs zirkulieren und Veränderungen der Wachstumsgeschwindigkeit an dessen Ober- und Unterseite hervorrufen. Die Verschiedenheit in der geotropischen Reaktion der Wurzel und des Stengels wird dadurch erklärt, daß die Partikelchen der dispersen Phase im Wurzelplasma elektropositiv, im Stengelplasma dagegen elektronegativ sind; folglich soll die Richtung der elektromotorischen Kraft resp. der elektrischen Ströme in diesen beiden Fällen diametral verschieden sein, weshalb auch alle dadurch hervorgerufenen Veränderungen entgegengesetzt sein sollen. Die Verschiedenheit der Ladungszeichen wird, der

1) New Phytologist, Vol. XIX (1920), p. 49

Ansicht des Verfassers nach, durch den verschiedenen Wasserstoffionengehalt (P_H) im Dispersionsmittel des Wurzel- und Stengelprotoplasmas bedingt.

Es liegt nicht in meiner Absicht, hier auf die ausführliche Kritik der SMALLschen „Wasserstoffionentheorie des Geotropismus" einzugehen. Auf manche wesentliche Defekte seiner Hypothese ist schon von anderer Seite[1]) hingewiesen worden. Ich muß mich mit wenigen und kurzen Bemerkungen begnügen[2]).

1. Als die Stelle, wo unter der Schwerkraftwirkung im Protoplasma eine Umlagerung der Partikelchen der dispersen Phase stattfinden soll, betrachtet der Verf. die „plasma membranes" der Zellen der Perzeptionszone, also denjenigen oberflächlichen Teil des Protoplasmas, welcher, infolge der Abwesenheit von körnigen Einschlüssen in demselben, schon längst die Benennung Hyaloplasma erhalten hat. In seinen Vorstellungen von der Struktur dieser Schicht stützt sich SMALL auf die Angaben von PRICE[3]). Aber eben PRICE hat in seiner Arbeit gezeigt, daß die Außenschicht des Protoplasmas eine „fein kolloidale Struktur" besitzt und nur „extremely fine particles" enthält: Größere Mikrosomen befinden sich nur im inneren Teil des Protoplasmas (Polioplasma). Nehmen wir sogar an, daß in diesem fein-kolloidalen Medium unter der Schwerkraftwirkung eine Verschiebung der Partikelchen der dispersen Phase stattfindet, so muß das wegen der äußerst geringen Größe dieser Partikelchen (eines hohen Dispersionsgrades) nur äußerst langsam vor sich gehen. Um einen merkbaren physiologischen Effekt hervorzurufen, ist aber ein verhältnismäßig kurzer Zeitraum genügend: die sog. „Präsentationszeit" beträgt bekanntlich nur wenige Minuten. SMALL selbst findet es in einer anderen Arbeit[4]), welche der Erwiderung auf die kritischen Bemerkungen von BLACKMAN gewidmet ist, schon nötig, auch größere Partikelchen zur Teilnahme heranzuziehen, aber dabei vergißt er, daß solche Partikelchen im „plasma membrane" gar nicht vorhanden sind. Es wäre doch zweckmäßiger, anzunehmen, daß als Schauplatz der Schwerkraftwirkung nicht die Außenschicht des Plasmas dient, sondern der innere Teil desselben, in welchem ver-

---

1) BLACKMAN, V. H., New Phytologist, Vol. 20 (1921), p. 38 und 246; SNOW, R., ebenda, Vol. 20 (1921), p. 247.

2) Die Arbeiten von BLACKMAN und SNOW sind mir nur nach Referaten bekannt, und deshalb ist es möglich, daß ich in meinen Bemerkungen manche schon geäußerte Überlegungen wiederhole.

3) Ann. of Botany, Vol. 28 (1914), p. 601.

4) New Phytologist, Vol. 20 (1921), p. 73.

hältnismäßig große Mikrosomen in Überfluß vorhanden sind. Eben diese Annahme wurde von mir in der oben zitierten Arbeit ausgesprochen.

2. Nach SMALL müssen die in dem Dispersionsmittel des Protoplasmas suspendierten Partikelchen unter der Schwerkraftwirkung emporschwimmen. Man kann selbstverständlich nicht verneinen, daß unter den ihrer Zusammensetzung nach verschiedenen körnigen Einschlüssen des Plasmas sich auch solche finden können, welche leichter als die sie umgebende Flüssigkeit sind (z. B. Fetttröpfchen). Dennoch zeigen die Versuche mit der Wirkung der Zentrifugalkraft auf das Protoplasma, daß die Mehrzahl dieser Einschlüsse schwerer als das sie umgebende Medium sind, und deshalb müssen sie unter der Schwerkraftwirkung sich nicht nach oben, sondern nach unten bewegen. Eben das wurde auch von mir bei dem Aufbau meiner Hypothese in Aussicht genommen.

3. Eine von den Grundannahmen SMALLs besteht darin, daß die Partikelchen der dispersen Phase des Protoplasmas in den Wurzelzellen eine positive, in den Stengelzellen eine negative Ladung tragen. Das Ladungszeichen der Partikelchen kann man nach der Richtung ihrer Bewegung im elektrischen Feld während der Kataphorese bestimmen. Soweit das bis jetzt bekannt ist, bewegen sich die Plasmamikrosomen während der Kataphorese immer zur Anode, also tragen sie eine negative Ladung. Was die Wurzeln betrifft, so ist das z. B. durch die Versuche MC. CLENDONs[1]) festgestellt.

4. Der Verf. vermutet, daß die Umlagerung der Partikelchen im Plasma von dem Entstehen einer elektromotorischen Kraft in jeder Zelle begleitet wird, und daß demzufolge zwischen der Ober- und Unterseite der Perzeptionszone eine Potentialdifferenz und ein elektrischer Strom entstehen müssen. Das Entstehen solch eines „Aktionsstroms", welcher nicht nur die einzelnen Zellen, sondern das ganze Organ durchfließe, ist schon aus theoretischen Gründen höchst unwahrscheinlich. Denn im normalen Zustand stellt die oberflächliche Plasmaschicht (Plasmahaut) der Pflanzenzellen beinahe einen Nichtleiter dar und funktioniert also gleich einem Isolator[2]). Deshalb kann von einer Summierung der Potentialdifferenzen, die innerhalb einzelner Zellen entstehen, keine Rede sein. Das Vorhandensein solcher Aktionsströme wird auch experimentell nicht bestätigt. [S. die Arbeiten von CZAPEK[3]) und CHOLODNY[4]). Die

1) Archiv f. die Entwicklungsmech. d. Org., Bd. 31 (1911), S. 80.

2) HÖBER, R., Physik. Chemie d. Zelle u. d. Gew., 5. Aufl. (1922), S. 461.

3) Berichte d. D. Bot. Ges., Bd. 15 (1897), S. 517.

4) Schriften d. Univ. z. Kiew, l. c., S. 68.

positiven Angaben von BOSE[1]) bedürfen einer kritischen Prüfung.] Aber wenn man auch das Entstehen solcher Ströme als möglich annimmt, so bleibt es doch ganz unverständlich, warum sie nicht nur die Perzeptionszone, sondern die ganze Wachstumsregion durchfließen sollten. Es wäre wohl zu erwarten, daß sie vielmehr den kürzesten Weg nach den Linien des geringsten Widerstandes einschlagen sollten. Außerdem kann die durch Schwerkraft gegen die elektrischen, zwischen einzelnen Partikelchen wirkenden Kräfte ausgeübte Arbeit gewiß nur geringe Potentialdifferenzen hervorrufen, welche infolge des kolossalen Widerstandes der lebendigen Pflanzengewebe nur verschwindend schwache Ströme geben können.

Diese wenigen Bemerkungen scheinen mir schon zu genügen, um die Hypothese SMALLs beurteilen zu können: In ihrem größeren Teil besteht sie, meines Erachtens, aus Vermutungen, welche vom Standpunkt der physikalischen Chemie und Physiologie entweder wenig plausibel oder sogar ganz unannehmbar sind.

II.

Wenden wir uns zum experimentellen Teil der Untersuchungen SMALLs.

Die Versuche hatten den Zweck, ein Umkehren (the Reversal) der geotropischen Reaktion bei den Wurzeln und Stengeln vermittels der Einwirkung eines entsprechend alkalischen oder sauren Mediums auf dieselben zu erzielen. Der Meinung des Verf. nach könnte ein positives Ergebnis dieser Experimente als ein indirekter Beweis zugunsten seiner Hypothese dienen.

Fangen wir mit den Wurzeln an[2]). Die Keimlinge von *Vicia Faba* und *Zea Mays* wurden in eine Atmosphäre gebracht, welche eine kleine, näher nicht bestimmte Quantität Ammoniakdämpfe enthielt. Nach einem nicht genau angegebenen Zeitraum zeigten einige Wurzeln „negative geotropische Krümmungen“. Da in der Arbeit kein einziges Versuchsprotokoll angeführt wird, so kann man sich das Urteil über diese Experimente nur mit Hilfe der dem Text beigelegten Photographien (Pl. I, Fig. 1—5) bilden. Bei der näheren Durchmusterung dieser Abbildungen erfährt aber der Leser eine völlige Enttäuschung. Es ist nicht schwer zu konstatieren, daß, mit Ausschluß einer einzigen Wurzel (Fig. 4, links), welche ganz normal nach unten wächst, alle übrigen hier dargestellten Wurzeln schon tot sind. Diese zusammengeschrumpften und verschiedenartig gekrümmten, dunklen und dünnen Würzelchen

1) BOSE, J., Comparative Elektrophysiology (1907), p. 434.
2) New Phytologist, Vol. XIX (1920), p. 56.

sind den kräftigen, glänzend weißen lebenden Wurzeln derselben Pflanzen ganz unähnlich. Zwar ist die Mehrzahl davon mit ihren Spitzen nach oben gerichtet, aber ob diese Krümmungen sich während des Lebens gebildet haben, und ob sie einen geotropischen Charakter hatten, — das auf Grund der beigelegten Photographien zu entscheiden, ist leider ganz unmöglich.

Besonders merkwürdig sind die Figuren 4 und 5. Aus der Tafelerklärung erfahren wir, daß auf Fig. 4 die „Adventivwurzeln" von *Zea Mays* abgebildet sind, von welchen zwei „eine schwache Krümmung nach oben" zeigen (Fig. 4, rechts). Der Keimling ist schon tot, was durch dessen Vergleich mit dem oben erwähnten linken Keimling leicht zu konstatieren ist. Aus der Erklärung zu der Fig. 5 erfährt der Leser mit Erstaunen, daß hier derselbe Keimling, aber 5 Tage später, abgebildet ist, wobei an den Adventivwürzelchen „more pronounced upward curves" zu beobachten sind. In welcher Weise die toten Würzelchen diese, der Ansicht des Verf. nach, geotropischen Krümmungen bilden konnten, bleibt für den Leser ein Rätsel.

Man muß sich wundern, daß der Verfasser, welcher selbst eine starke toxische Wirkung der Ammoniakdämpfe konstatiert, es nicht versuchte, irgendein anderes weniger giftiges alkalisches Medium zu benutzen. Um diese Lücke auszufüllen und zugleich die Angaben SMALLs bezüglich des Umkehrens der geotropischen Reaktion bei Wurzeln unter der Wirkung der OH-Ionen zu prüfen, habe ich eine Reihe eigener Versuche angestellt. Als Medium, in welches die Wurzeln eingesenkt wurden, diente mir in der Mehrzahl der Versuche eine schwache ($^n/_{20}$—$^n/_{200}$) Sodalösung, zu welcher ein wenig $CaCO_3$ in suspendiertem Zustand zugesetzt wurde. Zuweilen benutzte ich auch eine $^n/_{250}$—$^n/_{500}$ - Lösung $Ca(OH)_2$. Die Versuchsanordnung war im allgemeinen dieselbe, welche in meiner oben zitierten Arbeit[1]) beschrieben ist. Die Wurzeln verblieben in der Lösung ungefähr 1 Stunde in vertikaler Lage und wurden dann in eine horizontale in der feuchten Luft des Behälters übergeführt. Im Laufe des Versuches wurden sie mehrmals auf 1—2 Sek. in die Lösung getaucht, damit die sie umspülende Flüssigkeit fortwährend eine alkalische Reaktion beibehalte. Als Objekt dienten Keimlinge von *Lupinus angustifolius*. Es stellte sich heraus, daß bei einer schwachen Konzentration der OH-Ionen ($^n/_{200}$ Na_2CO_3) die geotropische Reaktion ganz so wie bei den Kontrollpflanzen vor sich geht; bei einer etwas stärkeren

1) Beih. z. Bot. Zbl., Bd. 39 (1923), Abt. I, S. 240—241.

beobachtet man eine mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Verzögerung in der Bildung der geotropischen Krümmung[1]). Die mit $Ca(OH)_2$ behandelten Wurzeln verblieben sogar während des ganzen Versuches (5—6 St.) gerade. Die negativ-geotropische Reaktion wurde in keinem einzigen Fall beobachtet: Die Wurzeln krümmten sich nur nach unten. Also konnte ich durch diese Versuche die Ergebnisse SMALLs, insofern sie Wurzeln betreffen, nicht bestätigen.

Nicht besser steht es auch mit den Stengeln. Die vom Verfasser und seinen Mitarbeitern beschriebenen Versuche mit negativgeotropischen Organen wurden viel zahlreicher und mehr verschiedenartig als diejenigen mit Wurzeln angestellt. Zunächst wurden die Keimlinge in eine Dämpfe von Essigsäure enthaltende Atmosphäre gebracht. Die Koleoptilen von *Zea Mays* zeigten dabei „eine positive geotropische Krümmung“[2]). Da wir keine ausführliche Beschreibung dieser Experimente in dem zitierten Artikel finden, so müssen wir, um diese beurteilen zu können, uns abermals zu den Photographien wenden (Pl. I, Fig. 6—11). Aus diesen und aus der Tafelerklärung erfahren wir, daß die Keimlinge von *Zea Mays* sich in der Atmosphäre der Essigsäuredämpfe, wie das auch von vornherein zu erwarten wäre, schlecht fühlten. Fig. 8 z. B. stellt zwei Keimlinge dar, bei welchen der Verf. „cytolysis and fungal infection after downward curves had taken place“ konstatiert. Diese Krümmungen betrachtet er offenbar als geotropische. Es ist indeß nicht schwer, zu ersehen, daß sie infolge eines im jüngeren Teil des Koleoptils stattfindenden Knickens zustande kommen. Diese Erscheinung ist durch den Umstand, daß die Gewebe ihren Turgor unter der Wirkung der giftigen Essigsäuredämpfe verlieren, leicht zu erklären. Auf den Photographien sind diese angeknickten Stellen sehr gut sichtbar. Ebensolche teilweise pathologische, teilweise vielleicht schon postmortale Erscheinungen sind auch an anderen Keimlingen zu beobachten (s. z. B. Fig. 11, die zwei oberen Keimlinge, oder Fig. 10, die zwei unteren). Mit diesen Angaben können wir uns wohl begnügen, um uns eine Meinung von den Versuchen mit der Essigsäure zu bilden und deren Beweiskraft als gleich Null zu bezeichnen.

Eine andere, nicht weniger „feine“ Methode, welcher sich der Verf. bediente, bestand darin, daß Stengel verschiedener Pflanzen

1) Ob diese Erscheinung mit einer durch OH-Ionen hervorgerufenen Wachstumshemmung in Zusammenhang steht, muß zurzeit unentschieden bleiben.

2) New Phytologist, Vol. XIX (1920), p. 57.

von allen Seiten mit Vaselin beschmiert wurden[1]). Dabei sollte, der Meinung SMALLs nach, eine Kohlensäureanhäufung bzw. eine Steigerung des H-Ionengehaltes in den Zellen stattfinden. Bei so behandelten Stengeln konnte man „eine positiv-geotropische Reaktion" beobachten, aber dazu war es nötig, dieselben nach dem Bestreichen mit Vaselin vorläufig noch 2 bis 7 Tage lang im Dunkeln in vertikaler Lage zu halten. Also: ein mehrtägiges Hungern unter einer Schicht von Vaselin! Ein wohl genügend starkes Mittel, um jede Pflanze auch ohne Teilnahme des Geotropismus herabsinken zu lassen!

In der dritten Gruppe von Versuchen, welche in größter Zahl und zugleich am rationellsten angestellt wurden, wurden die Keimlinge von *Helianthus annuus* unter eine Glasglocke in eine mit CO_2 bereicherte Atmosphäre gebracht. Bei dem Kohlensäuregehalt von 10 bis 33 % sollte hier ebenfalls ein Umkehren der geotropischen Reaktion stattfinden, während bei einem geringeren CO_2-Gehalt die Stengel normal reagierten.

In einer Arbeit von M. LYNN[2]), welche diese Experimente unter der Leitung von SMALL anstellte, finden wir eine Reihe von Angaben, welche uns schon a priori den geotropischen Charakter der von ihr beschriebenen positiven Krümmungen zu bezweifeln zwingen. Erstens befremdet die außerordentlich große Geschwindigkeit, mit welcher sich diese Krümmungen bei dem hohen Kohlensäuregehalt (ca. 30 %) bildeten: Trotz der verhältnismäßig niedrigen Temperatur (11—14° C.) waren ½—¾ Stunden genügend, damit sich „eine Umkehrung der geotropischen Krümmung" zeigen konnte.

Ferner fallen uns auf den der Arbeit beigelegten Photographien (Pl. I, Fig. 1 und 3) zwei Umstände in die Augen: Erstens der eigenartige Charakter der positiven Krümmungen. Unter den nach unten gekrümmten Stengeln zeigt kein einziger eine normale vollendete Krümmung mit einem Maximum in der Zone des stärksten Wachstums. Man bekommt den Eindruck, daß die Keimlinge passiv unter der Wirkung der eigenen Schwere herabhängen. Eine andere interessante Tatsache besteht darin, daß auf beiden Abbildungen nur bei langen Keimlingen positive Krümmungen zu beobachten sind; kürzere sind gerade geblieben oder zeigen sogar negative geotropische Krümmungen. Verfasserin macht diesbezüglich die Bemerkung (S. 120, Exp. 12), daß einer von den Keim-

1) SMALL and REA, New Phytologist, Vol. XIX, S. 208; SMALL, Proceed of the Belfast Nat. Hist. and Phil. Soc., 100th. Sess., Nr. 2, p. 91 (1921).

2) New Phytologist, Vol. XX (1921), p. 116.

lingen „zu kurz war, um eine Krümmung zu bilden". Aber eine geotropische Krümmungsfähigkeit besitzen ja keinesfalls nur lange Keimlinge!

Alle diese Tatsachen zusammenstellend, kommen wir natürlich zur Vermutung, daß auch die von LYNN beschriebenen Krümmungen wahrscheinlich mit Geotropismus nichts zu tun haben. Es liegt der Gedanke nahe, daß man deren Ursache in irgendwelchen anormalen Erscheinungen suchen muß, welche durch die Einwirkung von CO_2 bei deren hohen Konzentrationen hervorgerufen werden. Daß Kohlensäure toxisch wirken kann, darüber finden wir manche Angaben in der Literatur. So macht z. B. CHAPIN[1]) darauf aufmerksam, daß in der Atmosphäre, welche 20—40 % CO_2 enthält, das Wachstum der Stengel stark verzögert wird, und daß nach 2—4 Tagen die Pflanzen zugrunde gehen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß pathologische Veränderungen, welche zu solch einem Ende führen, schon bedeutend früher beginnen; in größerem oder geringerem Grade können sie auch bei schwächeren CO_2-Konzentrationen stattfinden.

Um diese Vermutungen zu prüfen, habe ich zunächst einige Versuche mit demselben Objekt und unter denselben Bedingungen, wie sie in der Arbeit von LYNN angegeben sind, angestellt. Der CO_2-Gehalt der Luft des Behälters war gewöhnlich etwa 20 %. Auch meine Versuchsergebnisse stimmten ziemlich gut mit denjenigen von LYNN überein. Schon nach Verlauf einer Stunde, manchmal aber auch früher, wurden an den etiolierten Keimlingen von *Helianthus* deutliche nach unten gerichtete Krümmungen beobachtet. Der Neigungswinkel war verhältnismäßig gering, und die Krümmung war längs des Stengels so verteilt, daß der Gedanke an ein passives Herabsinken der Keimlinge unwillkürlich wiederkam. Manche Keimlinge zeigten eine normale geotropische Reaktion, indem sie sich etwas nach oben krümmten. Diese negativen Krümmungen erreichten jedoch unter diesen Bedingungen nie ihre volle Entwicklung.

Wenn die von LYNN beschriebenen Krümmungen passiv sind, so folgt daraus, daß unter der Wirkung von Kohlensäure bei deren stärkeren Konzentrationen in den Stengeln mechanische Veränderungen hervortreten: Sie müssen weniger elastisch und zugleich plastischer als in normalem Zustand werden. Es war nicht schwer, diesen Schluß experimentell zu prüfen. Zu diesem Zweck verfuhr ich folgendermaßen: Der Basalteil des Stengels wurde mit Hilfe

1) Flora, Bd. 91 (1902), S. 348.

einer hölzernen Querleiste, welche fest zwischen die Wände eines Topfes gesteckt wurde, unbeweglich befestigt. Auf dem Gipfel, unweit von den Kotyledonen, wurden zwei Tuschemarken angebracht. Der Topf mit der Pflanze wurde auf einem Stativ in horizontaler Lage befestigt. Dann visierte man eine von den Marken durch ein horizontales Mikroskop derart, daß sie mit der Nullteilung der Okularmikrometerskala zusammenfiel. Darauf wurde an dem Punkt, wo die zweite Marke angebracht war, ein Gewicht von 2 g angehängt. Das Gewicht verblieb auf dem Stengel 3 Min. und am Ende dieses Zeitraums wurde die neue Stellung der visierten Marke auf der Skala gemerkt. Nennen wir die beim Ablesen gewonnene Größe „Anfangsdeformation". Jetzt wurde das Gewicht entfernt und nach 2 Min. ein neues Ablesen vorgenommen. Dabei kehrte freilich die Marke zu ihrer anfänglichen Stellung nicht zurück. Der Abstand derselben von der Nullteilung kann als Maß der sog. „Restdeformation" dienen. Diese zwei Größen geben uns die Möglichkeit, die mechanischen (elastischen) Eigenschaften des Stengels gewissermaßen quantitativ zu beurteilen.

Nachdem ich solche Messungen an einigen Stengeln ausgeführt hatte, brachte ich sie in vertikaler Lage in eine Atmosphäre, welche ca. 20 % CO_2 enthielt; darin verblieben sie etwa 1 Stunde. Darauf wurden die Keimlinge aus der Glocke herausgenommen, wieder in eine horizontale Lage gebracht und der Wirkung derselben deformierenden Kraft ausgesetzt. Es wurden dieselben Messungen vorgenommen. Durch den Vergleich der dabei erhaltenen Größen mit denen des ersten Ablesens konnte man die in mechanischen Eigenschaften des Stengels eingetretenen Veränderungen beurteilen. Es stellte sich heraus, daß unter der Wirkung der Kohlensäure beide Deformationen beträchtlich an Größe zunehmen. In einer Reihe von Versuchen, welche mit etiolierten ca. 6 cm langen Stengeln angestellt wurden, erreichte die Zunahme der Anfangsdeformation im Mittel 45 % und die der Restdeformation sogar 130 %. So sehen wir, daß in einer mit CO_2 bereicherten Atmosphäre die Stengel wirklich an ihrer Elastizität einbüßen und viel plastischer werden.

BURGERSTEIN hat schon im Jahre 1876 festgestellt[1]), daß durch Kohlensäure, ebenso wie durch andere Säuren, die Transpiration beschleunigt wird[2]). Die Ursache dieser Erscheinung liegt wahr-

1) Sitzb. d. K. Akad. d. Wissensch. Wien, Bd. 73 (1876)

2) Ich benutze die Gelegenheit, um auf den ärgerlichen und wichtigen Druckfehler aufmerksam zu machen, welcher sich in PFEFFERs Pflanzen-

scheinlich in den Veränderungen, welche im kolloidalen Zustand und in der Permeabilität des Plasmas durch H-Ionen hervorgerufen werden. Es ist wohl möglich, daß auch die von mir konstatierten Veränderungen in mechanischen Verhältnissen des Stengels durch dieselben Erscheinungen erklärt werden können.

Wenn wir jetzt berücksichtigen, daß die Schwere der Stengel selbst eine Größe derselben Ordnung ist, wie das von mir zum Deformieren benutzte Gewicht (die abgeschnittenen Stengel wogen etwa 1 g), so kann man, meines Erachtens, mit voller Bestimmtheit behaupten, daß die Krümmungen, welche in den Versuchen von LYNN und in den meinigen zu beobachten waren, ganz passiv durch die Schwere des Organs hervorgerufen werden. Da dieser Prozeß verhältnismäßig langsam vor sich geht, so ist es wohl verständlich, daß im Verlaufe desselben die Krümmungen nach und nach durch Wachstum fixiert werden. Es sei bemerkt, daß während der ersten Stunden der Kohlensäurewirkung dieselbe nicht nur keine Hemmung, sondern sogar eine Beschleunigung des Wachstums hervorruft. Daß die durch eine äußere Kraft bei den verwelkten Pflanzen erzeugten Krümmungen durch fortdauerndes Wachstum fixiert werden können, ist allbekannt[1]).

Um den geotropischen Charakter der von ihr beobachteten Krümmungen zu beweisen, hat LYNN noch einige Versuche mit dem Klinostaten angestellt. Dabei zeigte es sich, daß die Keimlinge, welche in einer ca. 30 % CO_2 enthaltenden Atmosphäre sich befanden, sogar nach 6stündiger Rotation ganz gerade verblieben. Diese Versuche sollen, nach der Meinung der Verf., den geotropischen Charakter der von ihr konstatierten Krümmungen endgültig beweisen. Es ist aber leicht zu ersehen, daß, vom Standpunkt der von mir vorgeschlagenen Erklärung, die Klinostatenversuche LYNNs keine Beweiskraft besitzen. Es ist nämlich klar, daß bei Rotation um eine horizontale Achse alle Seiten des Organs in gleichem Maße deformiert (ausgedehnt) werden, und da alle diese Deformationen bald durch Wachstum fixiert werden, so bleibt der Stengel, wie früher, gerade.

Nach LYNN zeigten die Keimlinge positive Krümmungen nur in dem Fall, wenn sie im Dunkeln oder bei schwacher Beleuchtung

physiologie (II. Aufl., Bd. I, S. 231) eingeschlichen hat. Es steht da, daß nach den Angaben von BURGERSTEIN die Transpiration durch Säuren verlangsamt und durch Alkalien beschleunigt wird. Es müßte gerade das Gegenteil stehen: Die Säuren beschleunigen, die Alkalien verlangsamen die Transpiration.

1) S. z. B. PFEFFERs Pflanzenphysiologie, Bd. II, S. 65 (II. Auflage).

erwachsen waren. Das kann uns nicht befremden, wenn wir in Betracht ziehen, daß etiolierte Stengel eine bedeutend geringere Festigkeit und Elastizität besitzen als normale grüne. Das ist eine allgemein bekannte Tatsache. Bei der Belastung mit einem Gewicht deformieren sie sich viel stärker als ebensolche grüne Keimlinge bei gleichen sonstigen Bedingungen.

Aus all dem oben Gesagten kann man folgende Schlüsse ziehen:

1. In der Hypothese SMALLs (The Hydrion Theory of Geotropism) verdient unsere Aufmerksamkeit nur die Grundannahme, daß unter der Schwerkraftwirkung im Protoplasma eine Umlagerung der mit Elektrizität geladenen Partikelchen stattfindet. Alle übrigen Vermutungen des Verf. sind entweder ungenügend begründet oder sogar gänzlich vom physikalisch-chemischen und physiologischen Standpunkt unannehmbar.

2. Die Versuche, mit denen SMALL das Umkehren der geotropischen Reaktion bei Wurzeln und Stengeln festzustellen gedenkt, beweisen gar nichts. Die von ihm und seinen Mitarbeitern beschriebenen Krümmungen stellen das Resultat pathologischer oder anormaler physiologischer Veränderungen unter der Wirkung angewandter chemischer Agentien dar.

3. An *Helianthus*-Stengeln, welche in eine Atmosphäre mit großem CO_2-Gehalt gebracht werden, sind wirklich nach unten gerichtete Krümmungen zu beobachten; sie haben aber mit Geotropismus nichts zu tun: Die Stengel krümmen sich ganz passiv unter der Wirkung der eigenen Schwere. Darauf werden diese Krümmungen durch Wachstum fixiert.

4. Das Entstehen solcher anormaler Krümmungen steht mit einer durch Einwirkung von Kohlensäure hervorgerufenen Veränderung der mechanischen Eigenschaften der Stengel in Zusammenhang: Nach einstündigem Verweilen in einer ca. 20 % CO_2 enthaltenden Atmosphäre steigert sich deren Plastizität um mehr als das Zweifache.

Pflanzenphysiologisches Laboratorium der Universität Kiew (Ukraine).

51. R. Kolkwitz und R. Kolbe: Zur Kenntnis der Kalktuffbildung durch Grünalgen.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 21. Juni 1923 Vorgetragen in der Julisitzung.)

Kalktuffe entstehen in der Regel durch Inkrustationen, z. B. von Zweigen, Blättern, Moosen, Armleuchtergewächsen und Algen aus kalkreichem Wasser. In Höhlen (die infolge von Lichtmangel keine Pflanzenbestände aufweisen) und in heißen Quellen bilden sich die Tuffe lediglich durch chemisch-physikalisches Ausfallen auf den Boden. Drittens kann Kalktuff durch Kombination von Inkrustation und nachträglicher Verstopfung der vorhandenen Lücken durch eingedrungenen Kalk entstehen.

Die meisten Kalktuffbildungen erfolgen durch Inkrustation, zunächst biogen, in älteren Stadien vielfach auch mechanisch, indem die mit biogenem Kalk überzogenen Organismen oft gleichsam ein Gradierwerk bilden. Bekannte Beispiele für Süßwassertuffe sind die Travertinablagerungen des Anio bei Tivoli (nach FERD. COHN) und die berühmten Ablagerungen bei Cannstatt in Württemberg, Weimar und in verschiedenen anderen Gegenden Thüringens. Marine Kalkablagerungen, bei denen aus verhältnismäßig kalkarmem Wasser viel Kalk in Membranen eingelagert wird, wollen wir hier nicht berücksichtigen.

Einen lehrreichen Spezialfall der Tuffbildung durch Grünalgen beobachteten wir am 20. Mai 1923 bei Jena. Südöstlich der Stadt fließt durch das Pennicken-Tal ein Bach, welcher reichliche Mengen von gelöstem Kalk enthält, der sich auf die verschiedensten Objekte, wie Zweige, Blätter, Moose usw. niederschlägt und diese mit einer dichten Kalkkruste überzieht.

Im oberen Lauf des Baches westlich vom Fürstenborn fällt nahe bei einer an der Straße gelegenen Ziegelei solches Wasser — über eine Tuffwand rieselnd — etwa zimmerhoch herab. An dieser durch beigemischte Eisenverbindungen gelblich gefärbten Wand findet man dunkelgrüne Polster einer sterilen *Vaucheria,* welche dem Kalktuff aufzuliegen scheinen. In Wirklichkeit sind sie aber nur die jüngeren Enden von massenhaft entwickelten, in Kalkröhren eingeschlossenen *Vaucheria*-Schläuchen, welche mehr oder weniger parallel gerichtet sind und die ganze Tuffwand bilden. Durch Abbrechen von Stücken kann man leicht solchen reinen *Vaucheria*-Tuff einsammeln.

Wir entnahmen etwa handlange Stücke solchen Tuffs mit lebenden Algenpolstern, brachten sie, in feuchte Leinentücher ge-

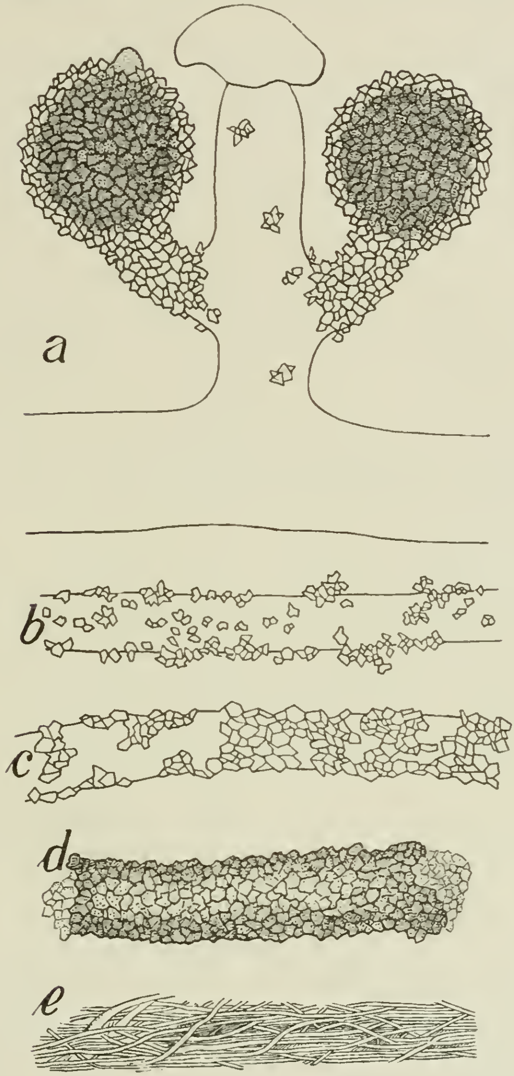


Abb. 1. *Vaucheria de Baryana* Wor. a) Fruchtast mit einem Antheridium und zwei inkrustierten Oogonien. Vergr. 360. b) Vegetativer Faden mit vorwiegend getrennten Kalkkristallen. Vergr. 200. c) Vegetativer Faden mit z. T. verschmolzenen Kalkkristallen. Vergr. 200 d) Kalkröhre eines älteren Schlauches. Vergr. ca. 200 e) Stück eines „*Vaucheria de Baryana*-Tuff". Vergr. 14.

wickelt, nach Berlin und setzten im Laboratorium die verschiedensten Kulturen an, um die Bildung von Fortpflanzungsorganen zu erzielen. Dabei entstanden an etwa haselnußgroßen Tuffstücken

mit grünen Schläuchen, die in gewöhnlichem Wasser an einem Nordfenster kultiviert wurden, am schnellsten (innerhalb von etwa 6 Tagen) reichliche Mengen von Fruchtästen, welche die Zugehörigkeit der vorliegenden *Vaucheria* zur Sektion Anomalae erkennen ließen (siehe Abbildung 1). Die nähere Bestimmung ergab, daß es sich um *Vaucheria de Baryana* Wor. handelte. Diese Spezies wurde 1880 von Woronin beschrieben und farbig abgebildet; er fand sie zuerst bei Montreux in schnellfließenden Bächen und einem Springbrunnenbecken; Massenanhäufungen von diesem Organismus oder Tuffbildungen werden von ihm nicht beschrieben.

Zu unseren Kulturen, die in offenen Schalen von etwa 10 cm Durchmesser wuchsen, wurde gewöhnliches Berliner Leitungswasser in ganz niedriger Schicht verwandt und dabei das verdunstende durch gleiches Wasser ersetzt. Da die Algen jedoch mit Stückchen ihres Originalsubstrates, des Kalktuffes, in die Schalen gebracht wurden, konnte sich das Wasser mit Kalk anreichern. Niederschläge von Kalk am Boden des Gefäßes wurden nicht beobachtet, doch fand sich naturgemäß ein kleiner Rand von Kalk in Höhe des Wasserspiegels an der Glaswand des Gefäßes. Auch die in den Gefäßen auftretenden Algen waren vollkommen frei von Kalk mit Ausnahme gewisser Teile von *Vaucheria de Baryana.*

Die im Gefäß kultivierte *Vaucheria* ließ ein bemerkenswertes Verhalten zum Kalk erkennen: sie zeigte auffallende Inkrustierungen, aber diese waren in eigenartiger Weise spezialisiert. Der Niederschlag (vorwiegend aus kohlensaurem Kalk bestehend) bildete sich nicht etwa gleichmäßig auf dem ganzen Thallus, sondern nur an älteren, jedoch bereits in der Kultur gewachsenen Teilen der Fäden sowie ausnahmslos an allen Oogonien. Die letztgenannten waren bereits in ganz jugendlichen Stadien — schon vor der Bildung der Scheidewand gegen den Stiel, oft aber noch während der Streckung — mit dichten, dicken Kalküberzügen bedeckt, die aus Kristallen hervorgingen, und boten das typische Bild dar, das in der Figur wiedergegeben wurde. Die Antheridien waren stets absolut frei von Inkrustierungen, während der Fruchtast zuweilen vereinzelte Kristalle aufwies. Am Faden selber waren, wie die Figur zeigt, in der Nähe des Fruchtastes keinerlei Spuren von Niederschlägen zu sehen, weder am jüngeren, der Spitze zugekehrten, noch dem entgegengesetzt gerichteten älteren Teil, der doch ein höheres Alter als die Oogonien aufweisen mußte. Erst viel weiter — einige Millimeter bis Zentimeter vom letzten Fruchtast in basaler Richtung — setzte die Inkrustation des Fadens ein, erst mit einzelnen Kristallen beginnend, die sich allmählich bis zu

gegenseitiger Berührung vergrößerten bzw. vermehrten, wobei sie schließlich zu kontinuierlichen Röhren zusammenflossen (vgl. die entsprechenden Abbildungen).

WORONIN, der in seinen Kulturen ebenfalls Kalkkristalle auf den *Vaucheria*-Fäden (nicht auf den Oogonien) beobachtete, hebt ausdrücklich hervor, daß die Bildung der Kristalle durch die Lebenstätigkeit der Fäden von *Vaucheria* bedingt sei, und daß andere Algen derselben Kultur, z. B. *Spirogyra* und einige andere kleinere Algen kalkfrei geblieben seien. Auch wir beobachteten in unseren Kulturen, daß auf üppig wachsendem *Stigeoclonium tenue* und anderen Algen keine Kalkniederschläge zu bemerken waren. In der freien Natur beobachteten wir in den Polstern von *Vaucheria* an der Fundstelle eine Reihe kleinerer kalkfreier Algen, wie: *Cymbella*, *Meridion*, *Microneis*, *Navicula gracilis*, *Oscillatoria* u. a. m. Unterhalb der Fundstelle wuchsen ziemliche Mengen der schleimigen Polster von *Batrachospermum moniliforme*, die auch frei von Kalk waren. Unsere Kulturen gingen nach einigen Wochen infolge Befalls mit Chytridiaceen und Vampyrellen allmählich ein.

Während in der Kultur der erste Kalkniederschlag auf *Vaucheria de Baryana* rein biogen erfolgt, geht in der Natur der Inkrustierungsprozeß noch weiter, die Wand der Röhren wird stärker, ihre Oberfläche glatter, und schließlich ist von den primär gebildeten Kristallpaketen nichts mehr zu sehen. Aus solchen Röhren setzt sich, wie oben angedeutet, die ganze Masse des beschriebenen Kalktuffs zusammen (s. Abb.). Die chemische Analyse, welche wir der Chem. Abt. der Landesanstalt verdanken, ergab folgende Werte: Ca = 38,9 %, Mg = Spuren, Karbonate (gebundene CO_2) = 42,6 %, Sulfate (SO_3) = 0,4 %, Chloride = 0, Organisches (meist Fäden) = 2,2 %. Es handelte sich also um fast reines Kalziumkarbonat.

Da im Pennicken-Tal auch tote Objekte mit Kalk dicht inkrustiert waren, wird man nicht fehlgehen in der Annahme, daß bei der Inkrustierung alter Fäden von *Vaucheria* auch rein mechanisch-chemische Ablagerungen von Kalk (Kalkspat und vielleicht auch Arragonit) stattfinden. Das Herabrieseln des Wassers von der Tuffwand im Pennicken-Tal ist offenbar besonders geeignet sowohl für das massenhafte Gedeihen von *Vaucheria*, wie für das massenhafte Auflagern des Kalkes.

Das Niederschlagen von Kalk dürfte eine ganz besondere Eigentümlichkeit von *Vaucheria de Baryana* sein, da die meisten Arten der Gattung keine Kalkinkrustationen aufweisen. Dieser Umstand ist insofern bemerkenswert, als sonst die Kalkbildung bei Siphoneen ziemlich verbreitet ist.

Vaucheria de Baryana scheint nicht häufig, wenn auch weit verbreitet zu sein. Sie ist außer in Deutschland (Altona, Halle, Jena) unter anderm auch in der Schweiz, Frankreich, Belgien, Böhmen und Rumänien gefunden worden.

Unsere Kulturversuche erläutern den Gang der Bildung von Kalkröhren durch diese *Vaucheria* und zeigen, daß der Thallus in seinen verschiedenen Teilen in ungleichem Maße zur Bildung von Kalkinkrustationen befähigt ist. In der Natur zeigte sich diese Kalkröhrenbildung so reichlich, daß es zur Entstehung eines reinen „*Vaucheria de Baryana*-Tuff" kam.

Berlin, Juni 1923, Biologische Abteilung der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene.

Literatur.

COHN, FERD., Über die Entstehung des Travertin in den Wasserfällen von Tivoli. — Neues Jahrb. f. Mineralogie etc, Stuttgart 1864, Seite 580—610; vgl. auch Jahresber. der schlesisch. Ges. f. vaterl. Kultur 1864.

DAUBRÉE, A., Les eaux souterraines, Paris 1887, Bd. 2

GEOLOGISCHES MESSTISCHBLATT v. Jena, Sekt. 71, Bl. 2 und v. Göttingen, Erläuterungen.

HEERING, W., Chlorophyceae in Pascher, Süßwasserflora etc, 1921, Heft 7, S. 93

ROTH, JUSTUS, Allgem. u. chem. Geologie, Berlin 1887, Bd. 2.

WORONIN, M., *Vaucheria de Baryana* n. sp., Bot. Ztg. 1880, Bd. 38, Seite 425 bis 432, mit Taf. 7.

52. Otto Hesse: Über die keimungsauslösende Wirkung chemischer Stoffe auf lichtempfindliche Samen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 22. Juni 1923. Vorgetragen in der Julisitzung.)

LEHMANN und OTTENWÄLDER (6, 8) haben angegeben, daß Enzyme und Säuren auf lichtempfindliche Samen, insbesondere *Epilobium*-Samen eine keimungsauslösende Wirkung im Dunkeln auszuüben vermögen. Von GASSNER (2, 3, 4) konnte der Nachweis erbracht werden, daß vor allem N-Verbindungen auf eine Reihe lichtempfindlicher Samen im Dunkeln keimfördernd wirken. Die älteren Befunde LEHMANN-OTTENWÄLDERs und die eigenen Ergebnisse veranlaßten GASSNER (3) unter den lichtempfindlichen Samen zwei Gruppen auseinanderzuhalten: neben den von ihm gefundenen „N-Typus" stellte er den aus den Befunden LEHMANN-OTTENWÄLDERs hervorgehenden „Säuretypus".

Meine eigenen Untersuchungen, deren Hauptergebnisse im folgenden mitgeteilt sind, sollten zunächst die Frage klären, ob eine scharfe Unterscheidung der lichtempfindlichen Samen in „Säuretypus“ und „N-Typus“ möglich und durchführbar ist. In den Versuchen wurden lichtempfindliche Samen auf molekularen Konzentrationen von Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure und Nitraten zur Keimung im Dunkeln ausgelegt. Das Auslegen erfolgte in Petrischalen auf chemisch reinem Filtrierpapier (Schleicher & Schüll Nr. 591), das mit molekularen Lösungen der vorstehenden Stoffe getränkt war. Die Petrischalen wurden durch Einhüllen in schwarzes Papier völlig lichtdicht abgeschlossen. Während der Versuchsdauer wurde sorgfältig darauf geachtet, daß die Feuchtigkeitsverhältnisse in den Petrischalen konstant blieben. Ebenso wurde peinlich der Einfluß der Temperatur insofern berücksichtigt, als nur gleichzeitig angesetzte und unter völlig gleichen Bedingungen gehaltene Versuchsreihen miteinander verglichen wurden. Die Ablesung der Dunkelkeimungen wurde bei rotem Licht in der Dunkelkammer ausgeführt. Die Ergebnisse sind demnach nach jeder Richtung hin einwandfrei.

Unsere bisherigen Kenntnisse über den Ersatz der Lichtwirkung auf lichtempfindliche Samen durch Anwendung chemischer Stoffe sind auf Grund der eigenen Versuchsergebnisse in folgender Weise abzuändern und zu erweitern. Die von LEHMANN-OTTENWÄLDER gefundene keimungsauslösende Wirkung von Säuren besteht nicht in dem von diesen Autoren angegebenen Umfang, da falsche Keimungen, die durch Anwendung zu starker Säurekonzentrationen erzielt sind, nicht berücksichtigt sind. Falsche Keimungen (vergleiche MAGNUS (7)) sind solche, die durch ihren Verlauf beweisen, daß eine tiefgreifende Schädigung des Keimlings vorliegt, der allerdings mehr oder weniger aus der Samenschale hervortritt, dabei aber offensichtliche Schädigungen aufweist. Hierher rechnen vor allem die „Keimungen“, in denen statt des normalen Austrittes des Keimwürzelchens zuerst die Ausstoßung der Keimblätter erfolgt. Solche Vorgänge sind nur scheinbare Keimungen und werden durch zu starke Konzentrationen hervorgerufen. Als wirkliche Keimungen dürfen natürlich nur normale Keimungen gerechnet werden. Diesem Umstand ist von früheren Autoren nicht Rechnung getragen worden. Gerade die nach LEHMANN-OTTENWÄLDER durch Säuren in der Keimung geförderten *Epilobium*-Samen weisen in hohem Maße solche falschen Keimungen auf. Sie sind in Wirklichkeit keine Säurekeimer, wie LEHMANN-OTTENWÄLDER angeben; ihre Keimung wird vielmehr durch N-Verbindungen

weitgehend beschleunigt. Dieser überragende Einfluß der N-Verbindungen wurde auch weiterhin bei den übrigen Versuchspflanzen festgestellt; alle untersuchten Samen: *Hypericum perforatum, Hypericum hirsutum, Veronica longifolia, V. maritima, V. latifolia, Verbascum Thapsus, V. thapsiforme, Lythrum Salicaria, Epilobium hirsutum, E. roseum, E. montanum, E. angustifolium* wurden deutlich durch N-Verbindungen in der Keimung gefördert. Samen, deren Keimung nur durch Säurewirkung, dagegen nicht durch N-Verbindungen gefördert wurde, wurden unter den untersuchten Pflanzen nicht gefunden; es sei nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Samen von *Epilobium hirsutum*, für die LEHMANN-OTTENWÄLDER eine Säurewirkung angeben, nur N-Verbindungen als Ersatz der Lichtwirkung erkennen lassen. Alle Samen gehören also dem N-Typus an. Unter diesen Samen gibt es nun aber eine kleine Gruppe, auf die auch die N-freien Säuren (HCl, H_2SO_4) eine keimungsauslösende Wirkung ausüben. Zu der ersten Gruppe von Samen, die wir als obligaten N-Typus bezeichnen können, d. h. die nur durch N-Verbindungen in der Keimung gefördert werden, dagegen nicht durch N-freie Säuren, gehören nach den älteren Untersuchungen GASSNERs *Ranunculus sceleratus, Chloris ciliata, Hypericum perforatum, Geum urbanum* und *Gloxinia hybrida* und nach den eigenen Untersuchungen *Veronica longifolia, V. maritima, V. latifolia, Epilobium hirsutum, E. roseum, E. montanum* und *E. angustifolium.* Zu der zweiten Gruppe, dem fakultativen N-Typus, würden wir dann die Samen rechnen, auf die außer N-Verbindungen auch N-freie Säuren eine keimungsauslösende Wirkung ausüben; hierher gehören nach den eigenen Versuchsergebnissen *Lythrum Salicaria, Verbascum Thapsus, V. thapsiforme* und *Hypericum hirsutum.* Es gibt demnach keine Samen, die ausnahmslos nur durch Säurewirkung in der Keimung gefördert werden, wie sich aus den Angaben LEHMANN-OTTENWÄLDERs schließen ließe; vielmehr geht aus den Untersuchungen hervor, daß die Säurewirkung gegenüber der N-Wirkung an Bedeutung weit zurücktrittt.

Mit der Feststellung, daß der Wirkung der Säuren bei der Keimung lichtempfindlicher Samen eine untergeordnete Rolle zuzuweisen ist, verlieren die das allgemeine Problem der Lichtkeimung berührenden Ausführungen LEHMANN-OTTENWÄLDERs außerordentlich an der ihnen zugewiesenen allgemeinen Bedeutung. Diesen Ausführungen liegt der Gedanke zugrunde, daß die Säuren durch Beeinflussung des Sameninneren die Mobilisierung der Reservestoffe beschleunigen, also als Katalysatoren wirken, woraus dann weiter gefolgert wird, daß das Licht in ähnlicher Weise katalytisch

die Keimung lichtempfindlicher Samen beeinflußt. Im Gegensatz zu LEHMANN-OTTENWÄLDER führt GASSNER (4) die keimungsauslösende Wirkung chemischer Stoffe auf lichtempfindliche Samen in der Hauptsache auf eine Beeinflussung der äußeren Samenschichten, auf Veränderungen der Samenschale zurück.

Die weiteren Untersuchungen hatten den Zweck, durch Abänderung der Versuchsanstellung die Frage zu klären, ob die Wirkung keimungsauslösender Stoffe in einer Beeinflussung des Sameninneren im Sinne LEHMANN-OTTENWÄLDERs oder aber in einer Beeinflussung der äußeren Samenschichten im Sinne GASSNERs zu suchen ist. Die Versuchsausführung bestand darin, daß Samen von *Verbascum thapsiforme* kurze Zeit (20 Minuten) mit starken Konzentrationen keimungsauslösender Stoffe (HCl, H_2SO_4, HNO_3, KNO_3) behandelt und sorgfältig mit Wasser abgespült wurden, um dann auf dest. Wasser im Dunkeln zur Keimung ausgelegt zu werden. Das Abspülen erfolgte so sorgfältig, daß ein Nachweis der Säuren und Nitrate an abgespülten Samen nicht mehr möglich war. In bestimmten Versuchen wurde außerdem das Abspülen durch geeignete Lösungen (Laugen) unterstützt. Die Samen kamen also säurefrei bzw. nitratfrei ins Keimbett. Die Konzentrationen wurden so stark gewählt, daß ein Eindringen der keimungsauslösenden Stoffe in das Innere der Samen diese töten mußte; durch Versuche, die in genau der gleichen Weise mit geritzten Samen durchgeführt wurden, wurde die Schädlichkeit der gewählten Konzentrationen im einzelnen nachgewiesen. — Bei intakten Samen wurde bei entsprechend kurzer Behandlung durch starke Säuren und Nitrate eine wesentliche keimfördernde Wirkung erzielt. Die gesamte Versuchsausführung, sowohl das Einlegen der Samen in die Säuren und Nitrate, wie Wässerung, wie Auslegen auf dest. Wasser, wie Ablesung der Keimungen, wurde, wie nochmals ausdrücklich betont sei, in der Dunkelkammer in Dunkelheit bzw. bei rotem Licht ausgeführt. Von den Versuchsergebnissen sei ein Beispiel hier wiedergegeben. Intakte Samen von *Verbascum thapsiforme* wurden 20 Minuten mit 1 mol. HNO_3 behandelt, drei Stunden gewässert und im Dunkeln bei Zimmertemperatur von 16—20° auf dest. Wasser zur Keimung gebracht. Nach 12 Tagen waren 59,5 % der Samen gekeimt, während in einem gleichzeitig angesetzten Kontrollversuch nur 16,5 % Keimungen erfolgt waren. Ein unter gleichen Bedingungen durchgeführter Versuch mit geritzten Samen zeitigte das Ergebnis, daß die mit Salpetersäure vorbehandelten Samen nicht keimten, daß dagegen die nicht mit Säure vorbehandelten geritzten Samen die volle Keimfähigkeit behalten hatten.

Von besonderer Bedeutung erscheinen die weiteren Versuche, in denen die Samen statt mit Säuren und Nitraten mit Äthylalkohol vorbehandelt waren. Aus den Untersuchungen von RIPPEL (9) und anderen Autoren geht hervor, daß wasserfreier Alkohol bestimmte Samen nicht schädigt. Daher wurden Samen von *Verbascum thapsiforme* mit wasserfreiem Äthylalkohol vorbehandelt, getrocknet und auf dest. Wasser im Dunkeln zur Keimung ausgelegt. Die völlige Unschädlichkeit des absoluten Alkohols konnte bestätigt und gleichzeitig eine außerordentliche keimungsauslösende Wirkung durch die Alkoholbehandlung festgestellt werden. Wurden die Samen von *Verbascum thapsiforme* z. B. einen Tag in absoluten Alkohol gelegt, getrocknet und auf dest. Wasser bei Zimmertemperatur von 17—20° C. im Dunkeln zur Keimung gebracht, so waren nach zehn Tagen 54% der Samen gekeimt, während in dem gleichzeitig durchgeführten Kontrollversuch nur 17,5% Keimungen erfolgten. Die Durchführung der gesamten Versuche, insbesondere auch die Vorbehandlung der Samen, erfolgte natürlich wieder in einwandfreier Versuchsanstellung unter völligem Ausschluß des Tageslichtes. Eine Entscheidung, ob die keimungsauslösende Wirkung des Äthylalkohols in einer Beeinflussung des Sameninneren oder aber der Samenschale besteht, konnte in zweifacher Weise herbeigeführt werden. Wurden die intakten Samen von *Verbascum thapsiforme* mit wasserhaltigem Äthylalkohol in der oben beschriebenen Weise einen Tag vorbehandelt, so erfolgte keine Keimung; sämtliche Samen waren getötet. Wenn absoluter Alkohol nicht auf intakte, sondern auf geritzte Samen von *Verbascum thapsiforme* einwirkte, so wurden diese durch den Alkohol ebenfalls restlos abgetötet.

Das Problem der Lichtkeimung muß natürlich den obigen neuen Feststellungen in vollem Umfange gerecht werden. Es war zunächst festgestellt, daß eine Einteilung der lichtempfindlichen Samen in „Säuretypus“ und „N-Typus“ nicht aufrecht zu erhalten ist. Wir haben vielmehr gesehen, daß Säuren, Enzyme, N-Verbindungen und Äthylalkohol die Lichtwirkung ersetzen können. Allerdings stehen offensichtlich die N-Verbindungen im Vordergrunde, da sämtliche untersuchten Samen durch N-Verbindungen in der Keimung im Dunkeln gefördert werden. Daneben gibt es eine kleine Gruppe, auf die auch Säuren keimfördernd wirken, neben denen noch Enzyme und Äthylalkohol als keimungsauslösende Stoffe anzuführen sind. Da sich unter diesen keimungsauslösenden Stoffen solche befinden, die bei vorübergehender Einwirkung die Samen, wenn sie irgendwie in das Innere derselben hineingelangen,

abtöten, anderseits bei intakten Samen keimungsauslösend wirken, so kann die keimungsauslösende Wirkung unmöglich nur in dem von LEHMANN-OTTENWÄLDER angegebenen Sinne einer Beeinflussung des Sameninneren bestehen. Sowohl das Verhalten starker Säuren und Nitrate wie des Äthylalkohols zeigt, daß das Problem der Lichtkeimung zu seiner Lösung in erster Linie nicht die Berücksichtigung der Einwirkung keimungsauslösender Stoffe auf das Innere des Korns im Sinne LEHMANN-OTTENWÄLDERs, sondern eine Berücksichtigung bestimmter Vorgänge an der Oberfläche des Korns, also der Samenschale im Sinne GASSNERs erfordert. Der Keimungsverlauf lichtkeimender Samen scheint sich in der Tat in der Weise zu vollziehen, wie GASSNER (1) es in seinen älteren Versuchen an *Chloris ciliata* gefordert hatte. Der eigentliche Keimungsverlauf des Samens (auch die Mobilisierung der Reservestoffe) erfolgt unabhängig vom Licht; in den äußeren Schichten bildet sich unter bestimmten Bedingungen in Dunkelheit ein „Hemmungsprinzip" aus, das entweder durch das Licht oder aber durch Anwendung bestimmter chemischer Stoffe verhindert wird. Als solche Stoffe kennen wir jetzt in erster Linie N-Verbindungen, in zweiter Linie Säuren, Enzyme und Äthylalkohol. Wie wir uns diese Entstehung des „Hemmungsprinzips", insonderheit die eigenartige Tatsache, daß so verschiedenartige Stoffe, wie N-Verbindungen, Säuren und Äthylalkohol seine Entstehung verhindern können, zu erklären haben, wissen wir heute noch nicht; ebensowenig wissen wir, in welcher Weise sich die physikalisch-chemische Beeinflussung durch das Licht vollzieht. Selbstverständlich kann die Lichtwirkung hierbei eine katalytische sein; aber sie wäre es immer nur auf die äußeren Samenschichten und nicht auf das Innere des Korns, wie LEHMANN-OTTENWÄLDER gefordert haben.

Nach Beendigung meiner Untersuchungen kam mir die Arbeit von GARDNER (5) zu Gesicht, die ebenfalls Beziehungen zwischen Lichtkeimung und keimungsauslösender Wirkung chemischer Stoffe und anderer Faktoren auf lichtempfindliche Samen zum Gegenstand hat. GARDNER hat gleichfalls nachgewiesen, daß in manchen Fällen der Samenschale eine wesentliche Rolle im Keimungsprozeß zuzuweisen ist, während er allerdings in anderen Fällen bei der Keimungsauslösung eine Berücksichtigung des Sameninneren fordert. Eine Stellungnahme zu den Ausführungen GARDNERs ist vorerst nicht möglich, da weitere Untersuchungen in dieser Richtung abzuwarten sind. Es sei aber nochmals betont, daß bei den von mir untersuchten Samen von *Verbascum thapsiforme* offensichtlich der Samenschale eine entscheidende Rolle im Keimungsprozeß zuzu-

weisen ist. Es sprechen in erster Linie die Versuche über die keimungsauslösende Wirkung von Äthylalkohol dafür, denen sich die Untersuchungen über die Nachwirkung von N-Verbindungen und Säuren anreihen.

Die vorstehenden Untersuchungen, deren ausführliche Wiedergabe demnächst im Bot. Archiv erfolgt, wurden 1921/22 im Bot. Institut der Technischen Hochschule zu Braunschweig ausgeführt. Es sei mir gestattet, Herrn Prof. Dr. GASSNER für die Anregung und Förderung der Arbeit meinen besten Dank auszusprechen.

Schriftenverzeichnis.

1. GASSNER, Untersuchungen über die Wirkung des Lichtes und des Temperaturwechsels auf die Keimung von *Chloris ciliata* Jahrb. d. Hamb. Wiss. Anst. 1911. Arb. d. Bot. Inst. S. 1.
2. —, Über die keimungsauslösende Wirkung der Stickstoffsalze auf lichtempfindliche Samen. Jahrb. f. w. B. 55. 1915. S. 259.
3. —, Einige neue Fälle von keimungsauslösender Wirkung der Stickstoffverbindungen auf lichtempfindliche Samen. Berichte D. B G. 1915. S. 218.
4. —, Beiträge zur Frage der Lichtkeimung. Z. f. Bot. 1915. S. 609.
5. GARDNER, Effect of light on germination of light-sensitive seeds. Bot. Gaz. 1921. S. 249.
6. LEHMANN u. OTTENWÄLDER, Über katalytische Wirkung des Lichtes bei der Keimung lichtempfindlicher Samen. Z. f. Bot. 1913. S. 337.
7. MAGNUS, W., Hemmungsstoffe und falsche Keimung. Berichte D. B. G. 1921. Generalv. S. (19).
8 OTTENWÄLDER, Lichtintensität und Substrat bei der Lichtkeimung. Z. f. Bot. 1914. S. 785.
9. RIPPEL, Bemerkungen über die vermeintliche Widerstandsfähigkeit des trocknen pflanzlichen Protoplasmas gegen wasserfreien Alkohol, Äther und andere Anästhetika. Biol. Centralbl. 1917. S. 477.

Zur Beachtung!

Innerhalb Deutschlands erhalten die Mitglieder die Berichte durch den Postzeitungsvertrieb. Für pünktliche und regelmäßige Zustellung der Berichte ist **die Post verantwortlich.** Beschwerden über Ausbleiben des Heftes (am Ende jeden Monats mit Ausnahme von August und September) sind innerhalb 4 Wochen an die zuständige Poststelle zu richten, welche **zur kostenlosen Nachlieferung** fehlender Hefte **unbedingt verpflichtet** ist. **Bei Wohnungswechsel** ist die Umleitung der Zeitschrift bei dem zuständigen Postamt unter Beifügung einer Umschreibegebühr von 60 M. **unter allen Umständen** zu beantragen, da sonst leicht Hefte verloren gehen können. Zugleich ist der Wohnungswechsel der Mitglieder auch Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15, bekanntzugeben.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1923 mit genauer Angabe der Adresse des Absenders und vollständig druckreif an Herrn Prof. Dr. H. Miehe, Berlin-Lichterfelde-West, Stubenrauchstr. 10, zu senden. Den Mitgliedern können kostenlos nur 2 Arbeiten von je 6 Druckseiten in normalem Druck und der Raum einer Seite für Textfiguren in Strichätzung jährlich zugestanden werden. Alle Mehrkosten, die durch Ueberschreiten der im Vorstehenden festgesetzten Bedingungen entstehen, insbesondere auch die Kosten für Petitdruck im Text und Druck von Tabellen, sind vom Autor zu tragen. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke und Korrekturen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen sind zu senden an Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1923.

Für die Generalversammlung: R. v. Wettstein, Präsident; E. v. Tschermak, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: H. Miehe, Vorsitzender; A. Zimmermann, 1. Stellvertreter; H. Harms, 2. Stellvertreter; B. Leisering, 1. Schriftführer; R. Pilger, 2. Schriftführer; K. Snell, 3. Schriftführer; Schatzmeister: E. Tiegs.

Redaktionskommission: H. Miehe, B. Leisering, R. Pilger, K. Snell, A. Engler, P. Graebner, H. v. Guttenberg.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): A. Weiße, L. Diels, F. Herrig, R. Kolkwitz, F. Duysen.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Werden mehr als 50 Abzüge gewünscht, so muß die Bestellung der Ueberzahl vor der letzten Korrektur erfolgen; die Kosten für die Mehrabzüge werden besonders berechnet und sind vom Verfasser zu tragen.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68.

BAND XLI. JAHRGANG 1923. HEFT 8.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

AUSGEGEBEN AM 29. NOVEMBER 1923.

BERLIN.
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a.
1923. Made in Germany

Inhaltsangabe zu Heft 8

Nächste Sitzung der Gesellschaft **Freitag, den 30. November 1923,** abends 7 Uhr, im **Hörsaal des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität, Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Straße 1.

Übersicht über die Mitgliederbeiträge

		Jahresbeitrag einschl. Berichte	Preis der Berichte im Buchhandel am 1. IV. 23	Vorzugspreis für das Botan. Zentralbl.[1]) 2. Halbbd.	Preis des Botan. Zentralblattes im Buchhandel am 4. 6. 23
Deutschland . . .	Mk.				
Amerika	$				
Belgien/Luxemburg	Frcs.				
Dänemark	Kr.				
England	Sh.				
Frankreich . . .	Frcs.				
Holland	Gld.				
Italien	Lire				
Japan	$				
Norwegen	Kr.				
Schweden	Kr.				
Schweiz	Frcs.				
Spanien	Pes.				
Tschechoslowakei .	Kr.				

Preise zurzeit nicht feststehend!

An die Mitglieder, die ihren Wohnsitz in einem Lande haben, in denen die deutsche Markwährung höher ist als am 1. Juli 1914 (z. B. Rußland), erfolgt Lieferung der Berichte zu dem für Deutschland geltenden Preise, außerdem sind noch die Versandkosten zu ersetzen.

Alle Geldsendungen werden franko erbeten entweder auf das „Konto der Deutschen Botanischen Gesellschaft e. V. in Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“ oder „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W 8, Wilhelmplatz 6“ oder an den Schatzmeister, Dr. E. TIEGS, Berlin-Steglitz, Bismarckstr. 66, an den man auch alle auf die Bezahlung der Beiträge bezüglichen Schriftstücke gelangen lassen wolle. Zahlungen aus dem Auslande, die nach § 12 der Satzungen laut obiger Aufstellung in der bei den einzelnen Ländern angegebenen, also nicht in deutscher Währung zu erfolgen haben, erbitten wir nur durch Bankscheck oder in Noten.

Es wird gebeten, bei Anfragen Rückporto beilegen zu wollen.

---

1) Erscheint bei GUSTAV FISCHER, Jena, Postscheckkonto: Erfurt Nr. 986. Es wird gebeten, das Botan. Zentralblatt direkt beim Verleger zu bestellen.

Zu den oben angegebenen Vorzugspreisen kommen noch die Portospesen für die direkte Zusendung, die sich für Deutschland für den laufenden 2. Halbband des zweiten Bandes auf M. 760,— stellen. Die Berechnung des Portos für das Ausland erfolgt auf der Basis eines halben Schweizer Franken.

Sitzung vom 26. Oktober 1923.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Der Vorsitzende teilt mit, daß unser langjähriges Mitglied, Herr Prof. Dr.

Gustav Lindau,

Kustos am Botanischen Museum zu **Berlin-Dahlem,** am 23. Oktober 1923 verstorben ist.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren des Dahingeschiedenen von ihren Plätzen.

An unser Mitglied Herrn Geh. Regierungsrat Prof. Dr. PETER in Göttingen richtete der Vorstand ein Glückwunschschreiben zu seinem 70. Geburtstag am 21. August d. J., auf das der Jubilar in einem Dankschreiben antwortete. Beide Briefe werden vom Vorsitzenden verlesen.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

Beikirch, Herbert, Apotheker in **Braunschweig,** Botanisches Institut (durch G. GASSNER und F. J. MEYER),

Frey, Frl. **Lucy** in **Riga,** Stabu iela 46/48, Quartier 67 (durch S. KOSTYTSCHEW und W. RUHLAND),

Jackel, Anton, Oberlehrer in **Schweinfurt,** Lingenbrunnstr. 8 (durch H. KNIEP und A. Th. CZAJA),

Komarnitzky, N., Assistent am Botanischen Institut der Universität **Moskau** (durch A. BUCHHEIM und P. STARK),

Ludwig, Dr. **Oskar,** Assistent am landwirtschaftl.-bakteriologischen Institut der Universität **Göttingen** (durch A. RIPPEL und G. BITTER),

Petersen, Karl, Mittelschullehrer in **Lübeck** (durch W. CRISTIANSEN und G. TISCHLER),

Schmucker, Dr. **Theodor,** Assistent am pflanzenphysiolog. Institut der Universität **Göttingen** (durch H. BURGEFF und G. BERTHOLD),

Thielmann, Frl. **Marie,** Assistentin am Botan. Institut der Universität **Riga** (durch S. KOSTYTSCHEW und R. W. KOLBE),

Wegewitz, W., Lehrer in **Ahlerstedt,** Kr. Stade (durch J. MATTFELD und F. MARKGRAF),

Wulff, Dr. **Alfred,** Kustos an der Biologischen Anstalt in **Helgoland** (durch W. NIENBURG und O. SCHMIDT).

Nachtrag zu der Vorschlagsliste aus der Julisitzung (S. 275): Herr Dr. **Dimitri Szabinin** wurde vorgeschlagen von den Herren N. MAXIMOW und H. MIEHE.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt die Herren:

Bethge, Hans, Studienrat in **Potsdam-Wildpark,**
Gscheidle, Adolf, Rektor in **Stuttgart,**
Günther, Franz, stud. phil. in **Berlin SW,**
Kamptner, Dr. **Erwin** in **Wien IV,**
Lenz, Willy in **Darmstadt,**
Olszewski, Wolf, Stadtamtsrat in **Dresden-N.,**
Schneider, Erich in **Braunshardt,**
Schröder, Dr. **Franz,** Regierungsrat in **Berlin NW 23,** Klopstockstr. 18,
Troll, Dr. **Wilhelm** in **München.**

Satzungsgemäß fand in der Sitzung die Wahl des Berliner Vorstandes für das Jahr 1924 statt, die folgendes Ergebnis hatte:

Vorsitzender: Herr A. ZIMMERMANN,
1. Stellvertreter: Herr H. HARMS,
2. Stellvertreter: Herr R. PILGER,
1. Schriftführer: Herr B. LEISERING,
2. Schriftführer: Herr K. SNELL,
3. Schriftführer: Herr F. HERRIG,
Schatzmeister: Herr E. TIEGS.

Redaktionskommission: Außer dem Vorsitzenden und den Schriftführern die Herren A. ENGLER, H. MIEHE und C. CORRENS.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Generalversammlung: die Herren L. DIELS, R. KOLKWITZ, F. DUYSEN, H. MIEHE, M. BURRET.

Aus Anlaß von eingegangenen Reklamationen wird darauf aufmerksam gemacht, daß das Generalversammlungsheft für 1922 bereits im Mai d. J. erschienen und als besondere Drucksache, also nicht durch den Postzeitungsvertrieb, versandt worden ist. Mitglieder, die der Gesellschaft 1922 angehört und das G.-V.-H. noch nicht erhalten haben, werden gebeten, beim Verleger zu reklamieren.

Die Bildnistafel von SCHWENDENER, zu dem im letzten G.-V.-H. erschienenen Nachruf gehörig, ist fertiggestellt, wird aber, um Beschädigungen zu verhüten, erst mit dem nächsten G.-V.-H. zur Versendung gelangen.

Es wird höflichst gebeten, bei Anfragen Rückporto beilegen zu wollen, da sonst bei der mißlichen Finanzlage der Gesellschaft eine Antwort unmöglich ist.

B. LEISERING, 1. Schriftführer.

Mitteilungen.

53. S. M. Wislouch: Beiträge zur Diatomeenflora von Asien.

(Eingegangen am 21. Juni 1923. Vorgetragen in der Julisitzung.)

1. Die Diatomeen des Balchasch-Sees.

Im Jahre 1903 rüstete die Kaiserlich Russische Geographische Gesellschaft eine Expedition unter der Leitung von L. S. BERG zum Studium des bisher gänzlich unerforschten Balchasch-Sees aus. L. S. BERG übergab mir zur Bearbeitung insgesamt 26 Gläser mit algologischem Material, welches auf dieser Expedition gesammelt wurde. Unter diesen Proben befanden sich 23 Gläser mit Planktonfängen und 3 Gläser mit Grundvegetation (Characeen ohne Geschlechtsorgane und *Utricularia* sp. ohne Blüten und Früchte).

Aus diesem Material wurden 5 Proben ausgewählt und zwar: 2 Gläser mit ziemlich eintönigem Diatomeenplankton und alle 3 Gläser mit Benthos; die drei letzteren enthielten außer den genannten Pflanzen einen geringen diatomeenhaltigen Bodensatz. Die 5 Proben wurden einer speziellen Bearbeitung auf Diatomeenschalen unterworfen, d. h. sie wurden mit H_2SO_4 im Apparat von R. W. KOLBE[1]) behandelt und in unsere Spezialmedien[2]) mit hohem Brechungsindex eingebettet.

Da über Diatomeen dieses Sees absolut keine Angaben vorliegen, führe ich nachstehend die vollständigen Listen der in den obigen 5 Proben gefundenen Diatomeen nach Formationen — Benthos und Plankton — geordnet an.

A. Benthos.

In den 3 Gläsern mit Benthos befanden sich Zettel, deren nachstehende deutsche Originalaufschriften stark durch die Flüssigkeit gelitten hatten und daher nur schwer leserlich waren (das Unleserliche ist punktiert):

1. „Pflanzen von Boden d. Bucht-Fjord am West-Ufer, Tiefe 4,5 Mtr., 3. VIII. 1903."
2. „Eingang in d. See . . . . , vom Boden, Tiefe 8 Mtr., 16. IX. 1903."

---

1) KOLBE, R., Zur Technik der Herstellung von Diatomeenpräparaten. (Zeitschrift für Mikrobiologie, St. Petersburg, 3. Bd. 1916, pag. 69.)

2) WISLOUCH, S. und KOLBE, R., Neue Diatomeen aus den Gewässern Rußlands. (ibid., 3. Bd. 1916, pag. 264.)

3. „ . . . . eines Sees, welcher in Verbindung mit Westende von Balchasch-Sees . . . . . . , Tiefe 4 Mtr., 15. IX. 1903.“

Augenscheinlich beziehen sich die Proben 2 und 3 auf diejenige Region des Balchasch-Sees, die an dessen südlichen Teil anschließt und den selbständigen Namen Ala-Kul führt. Jedenfalls sind alle 3 Proben südlich der Mündung des Flusses Ili aus dem südwestlichen Teil des eigentlichen Balchasch entnommen worden.

In den obigen 3 Proben wurden die nachstehend angeführten Diatomeen gefunden; die hinter dem Namen der einzelnen Formen stehenden Zahlen (1, 2, 3) entsprechen den Nummern der Proben, in denen die betreffenden Formen gefunden wurden:

Cyclotella comta (E.) Ktz. . . . 1, 2.
„ „ var. *radiosa* Gr. . . . 1, 2.
„ *ocellata* Pant. (PANTOSCEK, Balaton-See, p. 104, Taf. 15, Fig. 318. — A. SCHMIDT, Atlas, Taf. 266, Fig. 8—12.) Im Mittelfelde befanden sich fast stets 3 Punkte, nur in einem Falle 4. Nr. 1, 2, 3.
Coscinodiscus lacustris Gr. var. *hyperboreus* Gr. . . . 1, 2.
Melosira granulata (E.) Ralfs. . . . 1.
Fragilaria pinnata E. var. *elliptica* (Schum.) Hust. . . . 1, 2, 3.
„ „ „ „ *lancettula* (Schum.) Hust. . . . 2.
„ *parasitica* W. Sm. . . . 1, 2, 3.
„ *construens* (E.) Gr. . . . 2, 3.
„ *Istvanffyi* Pant. var. *tenuirostris* O. M. (O. MUELLER, Nyassalande, IV. Folge, pag. 109.) Striche sehr undeutlich punktiert, beinahe verschwimmend, Lg. 22 μ, Br. 6,5 μ, Str. 12—14/10 μ. . . . 3.
Synedra Ulna (Nitsch) E. var. *biceps* (Ktz.). (A. SCHMIDT, Atlas, Taf. 303, Fig. 10—15.) = *S. biceps* Ktz. = *S. Ulna* var. *longissima* (W. Sm.) Gr. . . . 1.
„ *capitata* E. . . . 1.
Microneis linearis (W. Sm.) Cl. Ohne Fascia! . . . 1.
„ *microcephala* (Ktz.) Cl. . . . 1.
Cocconeis Placentula E. var. *lineata* V. H. . . . 1, 2.
„ „ „ „ *euglypta* Cl. . . . 1, 2.
Mastogloia Smithii Thw. Wenig typische, schwer bestimmbare Formen. . . . 1.
„ *Smithii* Thw. var. *lacustris* Gr. . . . 1, 2, 3.
„ „ „ „ *amphicephala* Gr. . . . 1, 2, 3.
„ *elliptica* (Ag.) Thw. var. *Dansei* Thw. Sehr unbestimmte. nach var. *australis* Cl. hinüberleitende Formen. . . . 1.

Navicula radiosa Ktz. . . . 1, 2, 3.
„ „ „ var. *tenella* V. H. . . . 1, 2.
„ *oblonga* Ktz. . . . 2.
„ *tuscula* E. . . . 2.
Stauroneis Phoenicenteron E. var. *genuina* Cl. . . . 2.
Caloneis Schumanniana (Gr.) Cl. . . . 2.
„ *permagna* (Bail.) Cl. . . . 2.
Anomoeoneis exilis (Ktz.) Pf. . . . 1, 2.
„ *polygramma* (E.) Pf. . . . 2.
Neidium Kozlowii Mereschk. (MERESCHKOWSKY, K., Die Diatomeen von Tibet. In: Arbeiten der Expedition der Kais. Russ. Geogr. Ges. 1899—1901, Bd. 8, letzte Lieferung 1906.). MERESCHKOWSKY glaubte an einen strengen Endemismus dieser Art; der neue Standort macht seine Annahme hinfällig. . . . 2.
Diploneis elliptica (Ktz.) Cl. . . . 2.
Gyrosigma attenuatum Ktz. . . . 1, 2.
Gomphonema acuminatum E. . . . 1, 2, 3.
„ „ f. *coronata* E. . . . 1.
„ *parvulum* Ktz. . . . 1.
„ *intricatum* Ktz. . . . 1, 3.
„ *constrictum* E. . . . 1.
Rhoicosphenia curvata (Ktz.) Gr. . . . 1, 2.
Cymbella Cistula (Hempr.) V. H. . . . 1, 2, 3.
„ „ „ var. *maculata* (Ktz.) Gr. . . . 2.
„ *caespitosa* var. *Auerswaldii* (Rbh.) Cl. . . . 1.
„ *ventricosa* Ktz. var. *obtusa* Greg. . . . 2.
„ *aspera* (E.) Cl. var. *minor* V. H. . . . 1.
„ *lanceolata* (E.) V. H. . . . 1, 2.
„ *Ehrenbergii* Ktz. var. *delecta* (A. S.) Cl. . . . 3.
„ *microcephala* Gr. . . . 2, 3.
„ *lacustris* (Ag.) Cl. . . . 1, 2, 3.
„ *balatonis* Gr. var. *angusta* Pant. (PANTOSCEK, Balaton-See, pag. 18, Taf. 1, Fig. 13.). Lg. 125 μ, Br. 21 μ, Str. 7—8/10 μ. . . . 3.
Amphora ovalis Ktz. . . . 2.
„ „ „ var. *Pediculus* Ktz. . . . 2.
Epithemia Argus (E.) Ktz. var. *amphicephala* Gr. . . . 1.
„ „ „ „ „ *capitata* Fr. (A. SCHMIDT, Atlas, Taf. 251, Fig. 14.). . . . 1.
„ „ „ „ „ *testudo* Fr. (A. SCHMIDT, Atlas, Taf. 251, Fig. 13.). . . . 1.

Epithemia sorex Ktz. . . . 1, 2.
„ *Zebra* (E.) Ktz. var. *saxonica* Ktz. . . . 2.
„ „ „ „ „ *porcellus* Ktz. . . . 2.
„ *turgida* (E.) Ktz.
„ *intermedia* Fr. (A. Schmidt, Atlas, Taf. 249, Fig. 14-18.). . . . 2, 3.
Rhopalodia gibba (Ktz.) O. M. . . . 1, 2, 3.
„ „ „ „ „ var. *longissima* (Per. et Her.) Meist. . . . 1.
„ „ „ „ „ „ *ventricosa* (Gr.) O. M. . . . 1, 2.
„ *parallela* (Gr.) O. M. var. *ingens* Fr. . . . 1, 2.
Nitzschia Denticula Gr. . . . 1.
Cymatopleura elliptica (Breb.) W. Sm. . . . 2, 3.
„ *Solea* Breb. . . . 2, 3.
Campylodiscus Clypeus E. . . . 2.

Als Charakterformen sind anzusprechen:

für Probe 1: *Cyclotella ocellata*, *Mastogloia Smithii* var. *lacustris* et var. *amphicephala*, *Anomoeoneis exilis*, *Gomphonema acuminatum* f. *coronata*, *Cymbella lacustris*, *Epithemia Argus* var. *amphicephala* und *Rhopalodia gibba*;

für Probe 2: *Cyclotella ocellata*, *Mastogloia Smithii* var. *lacustris* et var. *amphicephala*, *Cymbella microcephala*, *Cymbella lacustris*, *Epithemia intermedia*, *Epithemia turgida*, *Rhopalodia gibba*, *Rhopalodia parallela* var. *ingens*;

für Probe 3: *Cyclotella ocellata*, *Mastogloia Smithii* var. *lacustris* et var. *amphicephala*, *Anomoeoneis exilis*, *Cymbella microcephala*, *Cymbella Ehrenbergii* var. *delecta*, *Cymbella lacustris*, *Rhopalodia gibba*.

Als seltene Form ist besonders hervorzuheben *Cyclotella ocellata*, die, meines Wissens, bisher nur in drei Gewässern gefunden wurde, und zwar: 1. im Balaton-See in Ungarn, 2. im Kossogol-See in der Mongolei (Oestrup) und 3. im Balchasch See (von mir); in allen drei Gewässern scheint sie als konstante und charakteristische Bewohnerin aufzutreten. Weitere seltene Formen sind: *Fragilaria Istvanffyi* var. *tenuirostris* (Nyassalande, Afrika) und *Cymbella balatonis* var. *angustata* (Balaton See, Ungarn).

Einen interessanten Fund bildet schließlich *Neidium Kozlowii*, welches von seinem Entdecker, Mereschkowsky, für eine endemische Form der Hochseen des Pamir gehalten wurde.

B. Plankton.

Von insgesamt 23 Gläsern mit Zoo- und Phytoplankton wurden nur 3 Gläser mit charakteristischem Diatomeen-Plankton gewählt

und einer speziellen Behandlung auf Kieselpanzer unterworfen. Die Proben waren wie folgt bezeichnet:

1. „Mitte des Sees gegenüber d. Insel Tas-Aral, Tiefe 10 Mtr., t 20,5 C, 26. VIII. 1903."
2. „Südlich von d. Mündung d. Ili-Flusses, Tiefe 3,5 Mtr., t 18,8 C, 3. IX. 1903."

Bei genauer Durchmusterung dieses Materials wurden die nachstehenden Formen gefunden:

Melosira granulata (E.) Ralfs. Diese Form zeichnet sich im Balchasch-See durch sehr grobe Struktur aus; die einzelnen Poren sind oft von elliptischer Form und bilden weite Reihen (6—7 Reihen pro 10 μ). Nicht selten fehlen einzelne Poren in der Reihe, oder es sind die Poren derselben Reihe von ungleicher Größe und Gestalt. Die für *Melosira granulata* typischen Enddornen sind vorhanden. In einzelnen Fäden wurden vereinzelt typische reife kugelförmige Auxosporen angetroffen. . . . 1, 2.

Melosira granulata (E.) Ralfs. var. *procera* (E.) Gr. . . . 1, 2.

" " " " " " " " f. *tenerrima* O.M. . . . 1, 2.

" " " " subsp. *mutabilis* O. M. . . . 2.

" " " " " *punctata* f. *subtilissima* O.M. Breite 3—4 μ, Dornen bis 12 μ. . . . 2.

Cyclotella comta (E.) Ktz. . . . 1, 2.

" " " " var. *radiosa* Gr. . . . 2.

" *ocellata* Pant. . . . 1.

Coscinodiscus lacustris Gr. var. *hyperboreus* Gr. . . . 2. (GRUNOW, Diatomeen von Franz-Josef-Land. CLEVE und MOELLER, Präparat 319).

" *lacustris* Gr. var. *septentrionalis* Gr. . . . 2. (GRUNOW, Diatomeen von Franz-Josef-Land).

Fragilaria parasitica W. Sm. . . . 1.

Synedra capitata E. . . . 2.

Gyrosigma attenuatum Ktz. . . . 2.

Amphora ovalis Ktz. . . . 2.

Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W. Sm. . . . 1.

Cymatopleura elliptica W. Sm. . . . 1, 2.

Surirella Capronii Breb. . . . 1.

" *striatula* Turp. . . . 1.

" *ovalis* Breb. var. *maxima* Gr. . . . 1. Dimensionen: Lg. 86—102 μ; Br. 68—80 μ; Rippen 4/10 μ; Striche 14—15/10 μ.

Campylodiscus Clypeus E. . . . 1.

Charakterformen für dieses Plankton sind:

für Probe 1: *Melosira granulata* mit Formen, *Cyclotella ocellata*, *Nitzschia sigmoidea*, *Surirella Capronii* und vor allem *Surirella ovalis* var. *maxima*;

für Probe 2: *Melosira granulata* mit Formen, *Coscinodiscus lacustris* var. *hyperboreus* und var. *septentrionalis*.

Die älteren Angaben über den Balchasch-See, die der Expedition vor ihrer Abreise zur Verfügung standen, waren überaus spärlich, und man war mehr auf Vermutungen angewiesen. So wurde angenommen, daß dieser See, der keinen Abfluß besitzt und in einem Gebiet mit trockenem, heißem Klima gelegen ist, salzig sein müsse. Die Expedition war so fest davon überzeugt, daß sie die Vorsichtsmaßregel ergriff, ihre Segelboote mit Trinkwasservorrat zu versehen, bevor sie die Mündung des Ili-Flusses verließ und sich auf den See begab

Groß war daher das Erstaunen der Teilnehmer, als sie bei ihrem Vordringen in den See das Wasser von Zeit zu Zeit kosteten und es überall süß und genießbar fanden. Als schwach salzig schmeckend erwies sich nur das Wasser einzelner, vom See abgetrennter Uferpfützen sowie des südlichsten, nur durch einen seichten, mit Schilf stark bewachsenen Kanal mit dem See in Verbindung stehenden Teils, der den selbständigen Namen Ala-Kul-See[1]) führt.

Das von der Expedition gesammelte algologische Material bestätigt vollkommen das obige geographische Paradoxon: Es handelt sich hier tatsächlich um einen abflußlosen Süßwassersee, da die Hauptmasse der benthonischen und Plankton-Algen aus typischen Vertretern der Süßwasserflora besteht. Auch die oben angeführte Liste der dortigen Diatomeen bringt dies deutlich zum Ausdruck, da unter der Mehrzahl von ausgesprochenen Süßwasserdiatomeen nur vereinzelt Formen vorkommen, die schwach brackigem Wasser (*Surirella ovalis* var. *maxima*, *Cymbella balatonis* var. *angustata*, *Cymbella lacustris*) oder dem Meere (*Anomoeoneis polygramma*, *Caloneis permagna*, *Surirella striatula*, *Campylodiscus Clypeus*) eigen sind.

---

1) An den Ufern dieses Ala-Kul-Sees wurde u. a. ein eigentümlicher, unter dem Namen „Balchaschit" beschriebener Sapropelit (von rezenter Ablagerung) gefunden, der ausschließlich aus schwach zersetzten Resten der Planktonalge *Botryococcus Braunii* gebildet ist. Dieser Sapropelit ist derart reich an fettartigen Substanzen, daß die Eingeborenen ihn in frischem (teigartigem) Zustande benutzen, um ihre Wagenachsen zu schmieren.

Es ist dies wohl so zu erklären, daß an flachen Stellen des Sees infolge lebhafter Verdunstung während der heißen Jahreszeit der Salzgehalt soweit steigt, daß für Brack- und Meerwasserformen günstige Existenzmöglichkeiten geschaffen werden.

Eigenartig ist der Fund einer Hochgebirgsform des Pamir (*Neidium Kozlowii*) sowie der arktischen Formen des fernen Eismeers und Franz-Josef-Landes (*Coscinodiscus lacustris* var. *hyperboreus* et var. *septentrionalis*) im Balchasch-See. Wenn auch die Gegenwart von *Neidium Kozlowii* (das nur in zwei Exemplaren gefunden wurde) durch Verschleppung von leeren Schalen durch Vögel erklärt werden könnte, so läßt der Fund der beiden arktischen Formen (die recht häufig und regelmäßig im Plankton vorkamen) darauf schließen, daß — wenn auch ursprünglich durch Zugvögel verschleppt — diese Formen sich an die gänzlich neuen Verhältnisse soweit anpassen konnten, daß sie sich schließlich zu regelmäßigen Planktonkomponenten entwickelten.

Es ist interessant zu bemerken, daß OSTENFELD[1]) die erwähnten Formen von *Coscinodiscus lacustris* für den Aral-See nicht verzeichnen konnte, trotzdem dieser See vom Balchasch-See relativ nicht weit entfernt ist.

Die Massenentwicklung von groben Formen im Plankton (*Melosira granulata* mit Formen) drängt zur Annahme, daß der Balchasch-See zu den flacheren Becken gehört. Auch diese Voraussetzung wird durch die Befunde der Expedition bestätigt. L. S. BERG sagt, daß dieser See im Verhältnis zu seiner großen Fläche sehr seicht ist: Die maximale von ihm gelotete Tiefe betrug nur 11 m, und der Seeboden bildete eine beinahe gleichmäßig ebene Fläche[2]).

---

1) OSTENFELD, C., The Phytoplankton of the Aral-Sea etc. (Wiss. Ergebn. der Aral Exped. in „Nachrichten der Turkestan-Abteilung der Kais. Russ. Geograph. Ges." Bd. 4, Lfg VIII, 1908).

2) Diese Angaben beziehen sich nur auf die südwestliche Hälfte des Balchasch-Sees, die allein von der Expedition untersucht wurde.

54. F. W. T. Hunger: Über die Natur und das Entstehen der Kokosperle.

(Eingegangen am 3. Juli 1923. Vorgetragen in der Julisitzung 1923)

In dem vom Endosperm umschlossenen Hohlraum der Kokosnuß *(Cocos nucifera)* kann eine lokale Steinbildung auftreten, der man den Namen „Kokosperle" verliehen hat, und die als eine höchst eigentümliche und selten vorkommende Erscheinung betrachtet werden muß[1]). Eine solche Kokosperle ist meistens birnen- oder eiförmig, auch wohl nahezu kugelrund und hat eine glatte, in der Regel milchweiß gefärbte Oberfläche. In chemischer Hinsicht besteht ziemliche Übereinstimmung mit der Austerperle, von der sie sich jedoch im Aussehen durch das Fehlen des Perlmutterglanzes unterscheidet.

RUMPHIUS hat zuerst diese Steinbildung als „calapittes" beschrieben[2]) und danach hat man reichlich ein Jahrhundert lang niemals mehr etwas von dieser Merkwürdigkeit gehört.

Erst am 1. Februar 1860 war ein neuer Schritt zu verzeichnen. An diesem Tage stellte in der Versammlung der Boston Society of Natural History[3]) Mr. FRED T. BUSH eine solche Kokosperle zwecks chemischer und mikroskopischer Untersuchung zur Verfügung. Mit dieser Untersuchung wurde damals Dr. BACON beauftragt, der darüber in der Versammlung derselben Gesellschaft am 16. Mai 1860 Bericht erstattete[4]).

Im Jahre 1866 berichtete Dr. RIEDEL, Ex-Resident von Menado, daß er beim Öffnen einer Kokosnuß in derselben eine Perle angetroffen hatte[5]). Dies war der erste Bericht eines Augenzeugen, der dieses Phänomen selbst gesehen hatte, ganz zu schweigen von den vielen diesbezüglichen Erzählungen von Eingeborenen.

Gegenüber der von BUSH gemachten Mitteilung, daß die Kokosperlen „are said to be found free within the cavity of the cocoa-nut", berichtete SKEAT[6]) 1900, daß sie „usually if not

1) F. W. T. HUNGER, *Cocos nucifera*, 2. Ed., S. 243—250, Taf. I XVII (1920).

2) E. RUMPHIUS, Herbarium Amboinense, Teil I, S 21—23 (1741). D'Amboinsche Rariteitkamer, S. 291—292 (1741).

3) Proceedings of the Boston Soc. of Nat. Hist, Bd VII, S. 229 (1861).

4) Proceedings of the Boston Soc. of Nat. Hist., Bd. VII, S. 290—293 (1861).

5) Nature, Bd. XXXVI, S. 157 (1887).

6) W. W. SKEAT, Malay Magic. being an introduction to the folklore and popular religion on the Malay peninsula. S. 196 (1900).

always (are) found in the open eye or orifice at the base of the cocoa-nut".

Weitere Data über dieses eigentümliche Gebilde liegen eigentlich nicht vor, und bis heute ist die Natur und das Entstehen solch einer Kokosperle noch vollkommen in Dunkel gehüllt.

Während meiner letzten Studienreise durch Niederländisch-Ostindien hatte ich mir u. a. vorgenommen, zu versuchen, mehr über die Kokosperle zu erfahren und das Problem ihrer Entstehung, wenn möglich, zu lösen. Diesbezüglich ist vorauszuschicken, daß es durchaus ausgeschlossen ist, in den Tropen nach Kokosperlen zu suchen, da sie hierfür viel zu selten vorkommen. Das erhellt auch aus dem Resultat einer Nachfrage auf einer Kokosplantage, wo seit langer Zeit jährlich etwa 3 Millionen Früchte geöffnet wurden, daß dort noch niemals eine Perle angetroffen war, obwohl man aus Erzählungen die Existenz derselben wohl vermutete.

Daher stellte ich meine Untersuchung darauf ein, vorläufig möglichst zuverlässige Data zu bekommen.

Auf einer meiner Seereisen traf ich mit einem Eingeborenen aus Britisch-Indien zusammen, der im Besitze einer prächtigen Kokosperle war. Laut seiner Angabe hatte er selbst dieses Exemplar, noch festsitzend, in einer geöffneten Kokosnuß gesehen, die ihm in Madras gebracht worden war. Er schwur mir, daß seine Perle im Kokosfleisch festgesessen habe, und zwar gerade an der Stelle, wo sich bei einer Keimung der Kotyledon zu einem Haustorium bildet.

Später begegnete ich noch einem Araber, in dessen Kokosanpflanzung auf Süd-Borneo eine Kokosnuß geerntet war, die bei Öffnung eine noch festsitzende Perle enthielt; er hatte letztere mit eigener Hand aus dem Kokosfleisch gelöst. Auch hier hatte die Perle genau an derselben Stelle festgesessen wie in dem erstgenannten Falle.

Diese übereinstimmenden Erklärungen zweier Augenzeugen, die beide eine Kokosperle in einer geöffneten Kokosfrucht in noch festsitzendem Zustande gesehen hatten, gaben mir einen vorläufigen Fingerzeig und führten zu der Vermutung, daß der von ihnen angegebene Platz wahrscheinlich als die normale Anheftungsstelle solch einer Kokosperle betrachtet werden mußte.

Der normale Keimungsprozeß des Kokossamens wird eingeleitet durch eine Vergrößerung des Embryos, wobei das Keimblatt zu einem Saugorgan (Haustorium) nach innen auszuwachsen beginnt und dadurch aus der Endospermschicht heraustritt und

in die Endospermhöhlung hineinragt. Gleichzeitig wächst auch die Plumula aus und bahnt diese sich, indem sie den häutigen Verschluß des Keimloches durchbohrt, einen Ausweg durch die harte Steinschale nach außen.

Indem man nun von der vorläufigen Feststellung der Anheftungsstelle der Kokosperle ausgeht, könnte nun die folgende Hypothese gemacht werden. Gesetzt, daß der schon angefangene Keimungsprozeß durch eine oder die andere Ursache zum Stillstand käme, wodurch auch die weitere Entwicklung des Haustoriums aufhört, so wäre es denkbar, daß das unveränderte Haustorium unter der Einwirkung der Kokosmilch inkrustiert wird und sich daraus allmählich die völlig versteinerte Kokosperle bildete.

Nunmehr galt es, eine Ursache aufzufinden, die solch eine eventuelle Störung im Keimungsprozeß und eine damit verbundene Versteinerung des Haustoriums hervorrufen könnte.

Mit Bezug hierauf möchte ich nun Folgendes mitteilen:

An derjenigen Seite, wo die Kokosnuß an ihrem Stiele festsitzt, finden sich in der steinharten inneren Fruchtschale drei etwas vertiefte, runde Stellen, die sog. „Keimlöcher". Gewöhnlich ist eines derselben, der sog. „Porus pervius", mit einer häutigen Wand bekleidet, während die beiden anderen Keimlöcher, die sog. „Pori caeci" durch feste Wände abgeschlossen sind. Bei der Keimung bahnt sich der junge Keimsproß durch den Porus pervius einen Weg nach außen.

Nun tritt ausnahmsweise wohl einmal der Fall ein, daß statt drei nur zwei Keimlöcher vorkommen, nämlich ein Porus pervius und ein Porus caecus; in sehr seltenen Fällen kann jedoch die Reduktion noch weiter gehen, sodaß allein nur ein Porus pervius entsteht und die beiden Pori caeci überhaupt nicht vorhanden sind. Natürlich kann eine Kokosnuß, bei welcher der letztgenannte Fall vorliegt, noch vollkommen normal keimen.

Anders gestaltet sich die Sache aber, wenn auch kein Porus pervius mehr entsteht, so daß dann an der Basis der inneren Fruchtwand überhaupt keine Keimlöcher mehr vorkommen, was in äußerst seltenen Fällen eintreten kann.

Eine solche Kokosnuß wird im Malaiischen mit dem Namen *Kĕlapa boeta*, im Javanischen als *Klåpå boentĕt* bezeichnet, was beides „blinde Kokosnuß" bedeutet.

Wie schon gesagt, ist das Vorkommen einer Kokosnuß ohne Keimlöcher als eine überaus große Seltenheit zu betrachten; daraus erklärt es sich auch, daß sie im Volksglauben der Mohamedaner eine Aureole von Heiligkeit erhalten hat. Die *Kĕlapa boeta* ist ein

auserlesener Talisman (Tjimat) und aus diesem Grunde sehr schwer in Besitz zu bekommen.

Das Bekanntwerden mit diesem höchst selten vorkommenden Naturgebilde, der „blinden“ Kokosnuß, gab mir von selbst ein Beispiel an die Hand, wo auf natürliche Weise eine normale Keimung unmöglich gemacht ist. Dies war für mich Anlaß, alles Mögliche zu versuchen, mir einige Exemplare der *Kĕlapa boeta* zu verschaffen.

Schließlich ist es mir gelungen, aus allen Teilen unseres Archipels acht noch ungeöffnete blinde Kokosnüsse zusammenzubringen. Zwei von ihnen stammten aus Süd-Borneo, eine von Halmahera, eine von Ceram, eine von Nord-Neuguinea, eine von Süd-Neuguinea, eine von den Aroë- und eine von den Tanimber-Inseln. Alle wurden von mir persönlich an den vorgenannten Stellen erworben.

Die meisten dieser Exemplare waren sehr alte Früchte, von denen einige laut Angabe ihrer Besitzer bereits jahrzehntelang als Familienreliquien aufbewahrt worden waren.

Die ersten vier „Boetas“, die ich öffnete, ergaben kein Resultat; aber in der fünften traf ich wirklich eine prächtige, noch festsitzende Kokosperle an; die beiden folgenden Nüsse enttäuschten wieder und das achte, letzte Exemplar habe ich bisher noch ungeöffnet gelassen.

Die Kokosnuß, in der die noch festsitzende Perle angetroffen wurde, kaufte ich von einem alten Eingeborenen in Ritabel (Larat), einer der Tanimber-Inseln in den Molukken, und laut Mitteilung ihres Besitzers war sie erst vor verhältnismäßig kurzer Zeit geerntet. Dies erwies sich denn auch in der Tat als Wahrheit; denn die Endospermschicht war hier noch völlig normal, während bei den anderen Früchten das Kokosfleisch entweder sehr stark eingetrocknet oder sogar teilweise in eine braune, puderartige Masse verwandelt war.

Die Perle saß ohne die geringste Stielbildung fest; sie war in die Endospermschicht eingebettet und konnte ziemlich leicht aus dieser herausgelöst werden. Sie lag genau an der Fruchtbasis, dicht unter der Stelle, wo die Keimlöcher hätten sein müssen, und somit entsprach ihre Lage völlig den oben erwähnten Angaben.

Aus diesem Befunde läßt sich m. E. der Schluß ziehen, daß die Kokosperle in der Tat ein versteinertes Haustorium darstellt, das bestehen blieb, nachdem der erste Beginn der Keimung dadurch zum Stillstand gebracht wurde, daß die Plumula bei ihrem Auswachsen keine Möglichkeit vorfand, die innere Fruchtwand zu

passieren wegen des Fehlens eines Porus pervius. Durch den Umstand, daß die innere Fruchtschale der *Kĕlapa boeta* hermetisch geschlossen bleibt, dürfte sich das kaum im Entstehen begriffene Haustorium unter Einwirkung der vorhandenen Kokosmilch mit Kalksalzen inkrustiert haben, obwohl es noch immer unerklärlich ist, daß die Kokosperle fast ganz aus Kalziumkarbonat besteht, während weder das Kokosfleisch noch die Kokosmilch kohlensauren Kalk enthält.

Die Meinung, daß die *Kĕlapa boeta* stets eine Kokosperle enthalten müsse, wird hinreichend widerlegt durch meine Erfahrung, da bei Öffnung von sieben solchen Exemplaren nur in einem derselben eine Steinbildung angetroffen wurde. Dagegen scheint es mir sehr wahrscheinlich, daß gerade die *Kĕlapa boeta* es ist, die für die Bildung einer Kokosperle in hohem Grade (oder ausschließlich?) in Betracht kommt.

Die Natur und das Entstehen der Kokosperle als versteinerter Pflanzenkeim würde vielleicht auf botanischem Gebiet als ein Analogon einer Erscheinung aufzufassen sein, die in der menschlichen und tierischen Pathologie als eine Versteinerung oder Mumifizierung des Embryos bekannt ist und dort bzw. als Lithopaedion oder Lithoterion bezeichnet wird.

Amsterdam, Juli 1923.

---

55. Friedl Weber: Veranschaulichung der Lentizellenwegsamkeit durch die H_2O_2-Methode.

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der Universität Graz.)
(Eingegangen am 11. Juli 1923. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Die Wegsamkeit der Lentizellen für Gase wird seit STAHL (1873) gewöhnlich demonstriert durch Hindurchpressen von Luft unter Wasser mittels Quecksilberüberdruck oder Luftpumpe. Die von mir in Anwendung gebrachte Gasdiffusionsmethode (1916) hat wenig Beachtung gefunden, obwohl sie — wie NEGER (1919 und 1920) zeigte — sowohl zur Diagnostik der Rauchschäden als auch für das Studium von Bau und Wirkungsweise der Lentizellen gute Dienste leistet. Im folgenden soll über eine weitere Methode — sie sei als H_2O_2-Methode bezeichnet — kurze Mitteilung gemacht werden, die ebenfalls über die Wegsamkeit der Lentizellen und anderer „Pneumathoden“ Aufschluß gibt.

LAKON (1923) hat kürzlich berichtet, daß „Wasserstoffsuperoxyd in die Pflanze eindringt, dort durch die Katalase gespalten wird und der hierbei entstehende Sauerstoff das Interzellularsystem der Pflanze ausfüllt, um dann bei entstandenem Überdruck durch die Schnittfläche zu entweichen". [Dies ist mir auch von meinen Frühtreibversuchen mit H_2O_2 (1916, p. 326) bekannt.] Es war anzunehmen, dieses Entweichen des entstehenden Gases werde auch an anderen Stellen geringen Widerstandes erfolgen und so vielleicht an allen Ausführungsstellen des Interzellularsystems. Ich untersuchte nun zunächst, ob bei Lentizellen-führenden Zweigen der Gasaustritt hauptsächlich auf die Stellen der Rindenporen lokalisiert erscheint. Die Versuchsanordnung ist dabei folgende: Die Bodenhälfte einer PETRIschale wird mit 10 % H_2O_2-Lösung gefüllt und ein kurzes, mit scharfem Messer ohne sonstige Riß- oder Quetschverwundung abgeschnittenes Zweigstück, auf dem sich Lentizellen befinden, in die Lösung getaucht. Das Aststück wird etwa mit Glasstücken (Eisendraht z. B. eignet sich dazu nicht, da er selbst H_2O_2 zerlegt) beschwert, damit es in geeigneter Lage ruhig festund untergetaucht gehalten bleibt. Oft schon nach wenigen Sekunden sieht man mit freiem Auge das Hervorsprudeln von Gasblasen aus den Lentizellen. Zur genaueren Beobachtung dieses Vorganges wird die PETRIschale auf den Objekttisch gebracht und, ohne ein Deckglas aufzulegen, mit schwacher Vergrößerung (ca. 100fach) auf die Lentizellen eingestellt. Das sich darbietende Bild der herausdrängenden Gasperlen ist äußerst ansprechend und instruktiv; man kann verfolgen, an welchen Stellen der Lentizelle der Gasaustritt am lebhaftesten ist. Die von Periderm oder noch der Epidermis überzogene übrige Oberfläche des Stammstückes läßt meist nur wenige Gasblasen auftreten, die sich nur langsam oder gar nicht ablösen. Das bisweilen störende lebhafte Hervordrängen des Sauerstoffes aus den Schnittflächen kann durch Verkleben mit Paraffin verhindert werden. Von älteren stärkeren Stämmen werden am besten Flächenlängsschnitte abgetrennt und nur diese in H_2O_2 untergetaucht. Der Gasaustritt aus den Lentizellen dauert mit kaum verminderter Heftigkeit ½ Stunde, ja auch viel länger an; er ist natürlich verschieden stürmisch, je nach der Konzentration der verwendeten H_2O_2-Lösung, auch eine 5- oder nur 1%-Lösung genügt. Der Gasaustritt läßt sich leicht auch durch Projektion einem größeren Hörerkreise vorführen. Man füllt dazu eine Küvette mit der H_2O_2-Lösung und führt in diese das an der Schnittfläche abgedichtete Zweigstück ein. Als besonders geeignet zu den Versuchen können bezeichnet werden: Ein- bis wenigjährige Zweige

von *Cornus tartarica, Sambucus nigra, Forsythia*-Arten. Ältere Stämme sind nicht so günstig, da sich an ihrer rauheren Oberfläche lange Zeit hindurch Gasblasen entwickeln; möglicherweise sind die dort angesiedelten Mikroorganismen daran auch beteiligt. Gut läßt sich die Wegsamkeit junger Lentizellenanlagen, an deren Scheitel noch die oft klaffend offen stehende Spaltöffnung sich befindet, mit der H_2O_2-Methode verfolgen. Instruktive, leicht zu demonstrierende Bilder bieten ferner die regelmäßig angeordneten Atemöffnungen des Thallus verschiedener Marchantiaceen: Aus jeder Atemöffnung quillt, nach Untertauchen eines Thallusstückes in H_2O_2, eine gleich große Gasblase hervor, die sich nach Abwischen mit einem feinen Pinsel sofort wieder erneuert.

Es sei erwähnt, daß man Austritt von einer oder wenigen Luftblasen aus den Lentizellen auch erzwingen kann durch Untertauchen der Stämme in erwärmtes Wasser.

Der Ausbau der H_2O_2-Methode sowie ihre Verwertung zum Studium der Gasdurchlässigkeit der Pneumathoden im weitesten Sinne bleibt einer ausführlicheren Arbeit vorbehalten.

Literatur.

Lakon, G., 1923, diese Berichte **40.**
Neger, F. W., 1919, Angewandte Botanik **1.**
— — —, 1920, diese Berichte **38.**
Stahl, E., 1873, Bot. Zeitg.
Weber, F., 1916, Sitzb. Ak. Wiss. Wien **125.**
— —, 1916, diese Berichte **34.**

56. A. Ursprung: Zur Kenntnis der Saugkraft VII.

Eine neue, vereinfachte Methode zur Messung der Saugkraft.

(Eingegangen am 1. August 1923. Vorgetragen in der Oktobersitzung)

Die bisherige Methode der Saugkraftmessung[1]) bezieht sich auf eine einzelne Zelle und setzt die Saugkraft der Zelle gleich der Saugkraft jener Zuckerlösung, in welcher die Zelle ihr Volumen nicht ändert. In dieser ursprünglichen Form ist die Methode jedoch nur dann anwendbar, wenn sich das Volumen exakt bestimmen läßt, was bekanntlich nur selten zutrifft.

Aus diesem Grunde sind wir schon längst davon abgekommen,

1) A. Ursprung und G. Blum, Zur Kenntnis der Saugkraft IV, und die hier zitierte Literatur. Diese Berichte 1921, **39**, p. 70.

wirklich die Volummessung zu versuchen; an Stelle des Volumens bestimmten wir die im mikroskopischen Bild sich bietende Zellfläche, die sich genau zeichnen und messen läßt. Der Vorteil dieser Methode ist, daß sie sich auf die Ermittlung von Größen beschränkt, die man alle deutlich sehen kann. Der Nachteil besteht darin, daß das Volumen, das eigentlich gemessen werden sollte, tatsächlich nicht gemessen wird. Da es sich aber im Grunde nicht um die Messung des Volumens handelt, sondern nur um die Feststellung, ob es in einer bestimmten Zuckerlösung gleich bleibt oder nicht, so ist dieses abgeänderte Verfahren brauchbar. wenn Flächenkonstanz gleichbedeutend ist mit Volumkonstanz. Soweit unsere bisherigen Erfahrungen gehen, dürfte dies für die meisten Fälle zutreffen, indem selbst bei Epidermiszellen mit ziemlich dicker Außenwand (*Hedera*spreite) die Saugkraftwerte dieselben waren, ob man mit Flächenschnitten (Außenwand oben) oder medianen Längsschnitten operierte. Immerhin wird man in zweifelhaften Fällen die Zellen stets in zwei zueinander senkrechten Schnitten untersuchen.

Nun erweist sich aber auch diese auf Flächenmessung basierende Saugkraftbestimmung bei der praktischen Durchführung noch häufig genug als äußerst mühsam. So kann es vorkommen, daß die in Paraffinöl gezeichnete Zelle in Rohrzucker nicht mehr gefunden wird, oder daß die anfänglich völlig intakt scheinende Zelle sich später als nicht mehr normal herausstellt. Bald wiederum bereitet das Zeichnen der Wandkonturen Schwierigkeiten, bald die richtige Einstellung des Mikroskopes. Ferner werden Fälle beobachtet, in welchen, trotz vermutlicher Volumkonstanz, Flächenänderungen vorkommen, die auf Zug- oder Druckwirkungen der Nachbarzellen, auf Störungen beim Übertragen der Schnitte, auf den Druck des (nicht richtig unterstützten) Deckglases etc. zurückzuführen sind. Solchen abnormalen Flächenänderungen ist es offenbar zuzuschreiben, wenn hin und wieder die Zellfläche beim Übertragen aus einer verdünnten in eine konzentriertere Zuckerlösung zunimmt. Derartige Fälle zeigen dann wieder recht deutlich, wie erwünscht eine exakte Meßbarkeit des Zellvolumens wäre.

Nach der bisherigen Methode konnte man mit Messungen, in welchen die Zuckerkonzentration nicht zufällig richtig getroffen war, den gesuchten Saugkraftwert nicht finden. In dieser Hinsicht bringt nun eine Formel, die ich an anderer Stelle[1]) mitgeteilt

1) A. URSPRUNG und G. BLUM, Eine Methode zur Messung des Wand- und Turgordruckes der Zelle etc. Jahrb. f. wiss. Bot. Im Druck.

habe, Erleichterung, indem sie die Messungen viel besser auszunützen erlaubt und dadurch eine bedeutende Zeitersparnis bedingt.

Aber auch jetzt noch mühen wir uns, trotz aller Vereinfachungen, oft genug tagelang ab, ohne zu einem zuverlässigen Wert zu kommen, so daß die Messungen nach wie vor große Geduld und Ausdauer erfordern können.

Dies alles veranlaßte mich, nach weiteren Vereinfachungen zu suchen und die Methode, wenn möglich, so zu gestalten, daß die Messungen nicht nur im Laboratorium, sondern auch im freien Felde ausführbar sind. Was man bei dieser neuen Methode, die im folgenden beschrieben werden soll, auf der einen Seite gewinnt, wird andererseits dadurch kompensiert, daß nicht mehr einzelne Zellen, sondern nur noch Mittelwerte aus Gewebestreifen meßbar sind.

Die neue Methode.

Am besten verwendet man dünne Gewebestreifen, an denen zwei Marken angebracht werden, was z. B. durch scharfe Endflächen geschehen kann. Nachdem die Markendistanz im normalen Zustand (in Paraffinöl) gemessen worden ist, wird durch Probieren jene Zuckerkonzentration aufgesucht, in der die Distanz konstant bleibt.

Zur Ermittlung der Markendistanz bedienen wir uns im Laboratorium eines Objektträgers, in den eine Teilung in halbe Millimeter eingeritzt ist. Der Gewebestreifen wird über die Teilung gelegt und unter Deckglas mit geeigneter Mikroskopvergrößerung die Anzahl der halben Millimeter abgelesen, während die Bruchteile (bei kurzen Streifen auch die ganze Länge) mit Hilfe eines Okularmikrometers bestimmt werden. Im Freien verwenden wir einen Objektträger mit $^{1}/_{10}$ mm Teilung und eine gute, etwa 16 fach vergrößernde Lupe; die Zehntelmillimeter werden direkt abgelesen, Bruchteile geschätzt. Dazu kommt im Freien ein geeignetes Tischchen mit Lupenhalter und Beleuchtungseinrichtung für den Objektträger; auf einem photographischen Stativ kann man dies leicht selbst anbringen. Die von uns zurzeit benutzten Teilungen sind 5 cm lang; sie müssen natürlich vor dem Gebrauch geprüft werden. Die Zuckerlösungen befinden sich wie üblich in kleinen verschließbaren Fläschchen und werden in angemessenen Intervallen erneuert. Bis jetzt verwendeten wir Abstufungen von 0,05 Mol. Rohrzucker.

Die im folgenden erwähnten Beispiele verdanke ich den Messungen der Herren Dr. BLUM, MOLZ und KANDJIA.

Wir begannen mit der Untersuchung von Geweben, die schon

früher nach der alten Methode gemessen worden waren, und erhielten durchwegs eine befriedigende Übereinstimmung. Als Beispiel sei die Blattstielepidermis von *Hedera* angeführt, in der wir früher eine Saugkraft von 9,3 Atm. gefunden hatten, während die neue Methode 9,6 Atm. ergab. Ebenso zeigten längshalbierte Wurzelspitzen von *Vicia Faba* die höchste Saugkraft im Streckungsmaximum, verbunden mit einer langsamen Abnahme gegen die Spitze und einem starken Fallen nach hinten, was sich mit den früheren Erfahrungen deckt.

Vorzüglich geeignet sind zu diesen Untersuchungen im allgemeinen die zarten Kronblätter, besonders wenn aus ihnen Streifen herausgeschnitten werden, die quer zu den Nerven verlaufen. Die Bedeutung der Schnittrichtung ergibt sich aus dem folgenden Versuche, in welchem aus zwei benachbarten Kronblättern einer Apfelblüte herausgeschnittene Streifen beim Einlegen in 0,40 Mol. sich kontrahierten

um 1,3 %, wenn die Streifen quer zu den Nerven geschnitten waren,

um 0,4 %, wenn die Streifen parallel zu den Nerven geschnitten waren.

Die Ablesungsfehler liegen sowohl bei Verwendung der Lupe mit 1/10 mm Teilung wie bei Verwendung des Mikroskopes unter normalen Bedingungen jedenfalls unter 0,5 %. Bei dicken Gewebestreifen sind allerdings Störungen durch Parallaxe möglich, die sich aber bei geschicktem Schneiden stark reduzieren lassen. Besonders zu achten ist auf grobe Fehler, wie sie z. B. bei gefalteten Streifen entstehen können, wenn durch den Druck des Deckglases die Falten mehr oder weniger ausgeglichen und dadurch scheinbare Längenänderungen bewirkt werden.

Konzentration der Rohrzuckerlösung in Mol.	Veränderung in Proz. der urspr. Länge beim Übertragen aus Paraffinöl in Rohrzuckerlösung			
	Iris Pseudacorus Perigonblatt	*Elodea canad.* Blatt	*Comarum pal.* Wurzelspitze	*Helleborus foetidus* untere Blattnervepidermis
0 05	+ 5 3	+ 0 9	+ 1,4	
0,10	+ 3 9	+ 0.6	+ 1.1	
0.15	+ 2 3	+ 0.3	+ 0.8	+ 0,4
0 20	+ 2 2	— 0,3	— 1,4	+ 0,1
0.25	— 0,5	— 1,0	— 4,1	0,0
0.30	— 2.6		— 9,3	— 0,07
0,35	— 8,0			— 0,1
0,40	— 14,2			— 0,3

Die in der vorstehenden Tabelle zusammengestellten Ver-

suche mit einem Perigonblatt, einem Laubblatt, einer Wurzel und einer Blattepidermis zeigen zunächst, daß die Objekte in den verdünnteren Lösungen sich ausdehnen (vorgesetztes + Zeichen) und in den stärkeren Lösungen sich kontrahieren (vorgesetztes — Zeichen). Hiernach liegt z. B. im Perigonblatt von *Iris* die mittlere Saugkraft zwischen der einer 0,20- und 0,25-moligen Rohrzuckerlösung, d. h. zwischen 5,3 und 6,7 Atm.[1]).

Vergleichen wir das Perigonblatt mit dem Laubblatt von *Elodea* (Nerv herausgeschnitten), der Wurzelspitze von *Comarum* und besonders mit der Blattepidermis von *Helleborus*, so sehen wir, daß die prozentualen Längenänderungen bei verschiedenen Geweben recht verschieden sein können. Je größer diese Änderungen sind, um so genauer läßt sich bei Verwendung entsprechender Zuckerabstufungen die Saugkraft ermitteln. Weniger zuverlässig sind dagegen die Messungen, wenn die Längenänderungen die Fehlergrenze kaum übersteigen (*Helleborus*epidermis). Daß die Dimensionsänderungen den Konzentrationsänderungen stets proportional gehen, ist nicht zu erwarten, da die verschiedenen Streifen einen verschiedenen Verlauf der Nerven und schon aus diesem Grunde eine verschiedene Reaktionsfähigkeit besitzen können.

Wenn aus dem Organ, z. B. einer Blattspreite herausgeschnittene Querstreifen nicht reagieren, sei es, daß eine dicke Epidermisaußenwand, eine ungünstige Nervenverteilung etc. die Dimensionsänderungen hindert, so muß man sich auf andere Weise zu helfen suchen. Die verschiedenen Möglichkeiten ergeben sich gewöhnlich leicht aus dem anatomischen Bau. So lassen z. B. Blattquerschnitte ihre Dicke oft deutlich variieren, wenn die Epidermis, soweit sie hinderlich sein kann, entfernt wird. In anderen Fällen benützt man mit Vorteil Längsschnitte, aus denen die nicht reagierenden Gewebe entfernt sind. Oder, um noch ein anderes Beispiel zu erwähnen, man schneidet Streifen, die auf der einen Seite aus starrem, auf der andern Seite aus reagierendem Gewebe bestehen und daher durch das Vorhandensein oder Fehlen von Krümmungen die Saugkraft des reagierenden Gewebes ermitteln lassen.

Daß sich mit der neuen Methode auch die periodischen Schwankungen fassen lassen, zeigt eine Messungsserie am Hüllkelch von *Senecio vulgaris*, die folgende Saugkräfte ergeben hat: 5^h a. m. ca. 4 Atm., 11^h a. m. ca. 10 Atm., 3^h p. m. ca. 13 Atm., 6^h p. m. ca. 11 Atm., 10^h p. m. ca. 10 Atm.

---

1) URSPRUNG und BLUM, Zur Methode der Saugkraftmessung. Diese Berichte 1916, **34**, p. 533.

Aus dem Mitgeteilten ist ohne weiteres ersichtlich, daß die neue Methode das bisherige, auf einzelne Zellen anwendbare Verfahren nicht zu ersetzen vermag. Nur das bisherige Verfahren konnte die Saugkraftverteilung in den Palisadenreihen, den Endodermissprung und ähnliche Beziehungen aufdecken. Der Vorteil der neuen Methode besteht vor allem darin, daß sie ein rasches Arbeiten ermöglicht und auch im freien Felde anwendbar ist. Für manche Zwecke werden die auf diesem Wege gewonnenen Resultate genügen, wo das aber nicht zutrifft, erlauben sie doch eine rasche Orientierung und bedeuten damit auf jeden Fall eine erhebliche Zeitersparnis.

Die neue Methode hat sich bereits bei den in Bearbeitung begriffenen Pflanzenvereinen der Moore, des Laubwaldes und Süßwassers bewährt und ist nun auch auf die Alpenpflanzen und die periodischen Schwankungen der Saugkraft ausgedehnt worden.

57. Reinhold Schaede: Über die Herstellung von Farbfiltern aus photographischen Platten.

(Eingegangen am 7. August 1923. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

In der vorliegenden Zeitschrift Band 37, 1919, S. 184 empfiehlt ERNST G. PRINGSHEIM, Farbfilter für physiologische Zwecke durch Baden unbrauchbarer, ausfixierter photographischer Platten in Farbstofflösungen herzustellen. Es gelang ihm indessen nicht, auf diesem Wege ein einwandfreies Blaufilter zu erhalten, weil die blauen und violetten Farbstoffe das äußerste sichtbare Rot durchlassen, und deshalb rät PRINGSHEIM, Blaufilter nach dem Gießverfahren mit löslichem Berliner Blau anzufertigen.

Diese etwas umständliche Methode kann man vermeiden, wenn man Berliner Blau in der Gelatineschicht der photographischen Platten entstehen läßt. Zu diesem Zwecke wird eine ausfixierte, gewässerte und getrocknete Platte zwei Stunden lang in einer 5prozentigen Lösung von Eisenchlorid (Ferrum sesquichloratum) gebadet. Darauf muß sie auf beiden Seiten kurz aber gründlich unter der Wasserleitung abgespült werden und gelangt nun in eine 5prozentige Lösung von gelbem Blutlaugensalz (Ferrocyan-

kalium), in der sie sich alsbald blau färbt. Endlich wird die Platte gut gewässert und getrocknet. Die Absorptionsfähigkeit des Filters kann erst richtig beurteilt werden nach dem Trocknen, denn dabei wird es etwas dunkler und absorbiert stärker. Wird ein Blaufilter für unzureichend befunden, was gelegentlich bei sehr dünner Gelatineschicht vorkommt, so kann die Behandlung mit der gleichen Platte ein zweites Mal vorgenommen werden, vorausgesetzt, daß sie nach der ersten Behandlung tadellos gewässert und getrocknet worden ist. Die Verstärkung des Niederschlages von Berliner Blau ist zwar nur gering, pflegt aber zu genügen.

Für Gelbfilter möchte ich Acridin III (Actien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation) in etwa 0,5 prozentiger Lösung empfehlen. Es kommt in seiner Absorptionsfähigkeit dem Bismarckbraun ungefähr gleich, doch sind die Acridin-Filter gelb und lassen Rot und Gelb fast ungeschwächt durch, was bei den rotbraunen Bismarckbraun-Filtern nicht der Fall ist.

Unbrauchbare photographische Platten zum Ausfixieren hat man nun nicht immer in hinreichender Zahl, aber überflüssige Negative fehlen wohl selten. Auch diese lassen sich verwenden, wenn das Silber aus der Gelatineschicht herausgelöst wird. Das geht leicht nach dem in der photographischen Technik üblichen Verfahren zum Abschwächen, das für unsere Zwecke etwas umzugestalten ist. Die Negative werden mit einer 10 prozentigen Lösung von rotem Blutlaugensalz (Ferricyankalium) je nach ihrer Dichte 3—6 Minuten lang getränkt und dann ungespült in eine 25 prozentige Fixiernatronlösung gelegt, in der sie schnell glasklar werden. Nach gutem Waschen und Trocknen sind die Platten zu Farbfiltern gebrauchsfertig.

Breslau, Pflanzenphysiologisches Institut, Juli 1923.

58. R. Schaede: Über das Verhalten von Pflanzenzellen gegenüber Anilinfarbstoffen. II.

(Eingegangen am 16. Oktober 1923. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

In den Jahrbüchern f. wiss. Botanik Bd. 62, 1923, S. 65 habe ich eine Arbeit veröffentlicht, die das Verhalten der Wurzelhaare von *Hydrocharis Morsus ranae* gegenüber einigen Anilinfarbstoffen zum Gegenstand hat. Es sei mir gestattet, einen kleinen Nachtrag über weitere Beobachtungen am gleichen Objekt mit einigen Farbstoffen zu bringen, die mir von der Firma Dr. G. GRÜBLER, Leipzig, zur Verfügung gestellt wurden, wofür ich meinen besten Dank sage. Die Methodik der Untersuchung in einem Strom von Farbstofflösung bei Dauerbeobachtung ist in der genannten Veröffentlichung eingehend besprochen, so daß ich hier nicht näher darauf einzugehen brauche und mich auf eine kurze Schilderung der Ergebnisse beschränken kann.

Naphtolgelb (Anilingelb). 0,0002 % (1 : 500 000) in Aqua dest.

Nach 30 Minuten ist die Rotation in den Wurzelhaaren nicht mehr festzustellen, das Plasma zumeist in den Haarspitzen in Klumpen angesammelt. Das Plasma scheint sehr wenig Farbstoff zu speichern, da es jedoch an sich schon einen schwachen gelblichen Schimmer besitzt, so ist es schwer, etwas sicheres auszusagen. Im weiteren Verlauf des Versuches platzen die Haare an den Spitzen und stoßen den Inhalt portionsweise aus. Nach 6 Stunden sind die Haare zum größten Teil geplatzt, bei dem Rest ist das Plasma tot und kontrahiert. Die Gegenprobe mit dem destillierten Wasser allein aus der gleichen Flasche, aus der das Wasser für die Lösung entnommen war, ergab dessen völlige Wirkungslosigkeit. — Naphtolgelb in Aqua dest. gelöst verursacht also die gleichen Erscheinungen wie Säurefuchsin (vgl. eingangs genannte Arbeit S. 84).

Naphtolgelb. 0,0002 % (1 : 500 000) in abgestandenem Leitungswasser.

Nach 30 Minuten hat die Rotation ein klein wenig nachgelassen. Auch hier hatte ich den Eindruck einer schwachen Färbung des lebenden Plasmas. Nach 4 Stunden zeigt sich, daß die Kristallsternchen im Zellsaft sich in amorphe Körperchen mit lebhafter BROWNscher Molekularbewegung verwandeln. Ob diese Körperchen

gefärbt sind, läßt sich infolge ihrer geringen Dimensionen angesichts des wenig augenfälligen Farbstoffes nicht entscheiden. Nach 6 Stunden hat sich der größte Teil der Kristalle verwandelt. Die Rotation ist auch jetzt noch lebhaft im Gange. — Die Unterschiede zwischen der Lösung in Aqua dest. und der in Leitungswasser sind, wie man sieht, sehr erheblich. Das letztere wirkt offenbar entgiftend, vielleicht durch seinen Kalkgehalt (vgl. PRIANISCHNIKOW, diese Berichte, Bd. 41, 1923, S. 138).

Prune pure. 0,001 % (1 : 100 000), Lösungen in Aqua dest. und abgestandenem Leitungswasser wirken gleich, die erstere nur etwas heftiger.

Nach 30 Minuten zeigt sich eine schwache, später nur wenig zunehmende Färbung der Membran, sie ist bei jungen Haaren kräftiger als bei alten. Nach 1 Stunde hat der Zellsaft deutlich Farbstoff gespeichert, besonders in jungen Haaren. Die Rotation ist beträchtlich langsamer geworden. In der Epidermis befinden sich kurze Papillen, offenbar nicht ausgebildete Anlagen von Wurzelhaaren. Ihr Zellsaft hat sich kräftig blaugrün gefärbt. Die Rotation wird immer langsamer und ist nach etwa 5 Stunden — bei Lösung in Aqua dest. nach 3 Stunden — nicht mehr festzustellen. Nach 6 Stunden keine weitere Veränderung, das Plasma lebt noch, wenn auch ohne Bewegung. Die Plasmolyse läßt sich ausführen. Das tote Plasma verletzter Haare färbt sich übrigens karmin, ist also sauer. — Prune pure ist demnach im Vergleich zu anderen Farbstoffen wenig giftig, da es in einer verhältnismäßig starken Lösung (0,001 %) noch nicht tödlich wirkt. Färbung des lebenden Plasmas tritt beim vorliegenden Objekt leider nicht ein.

Nun wurden die Angaben von RUHLAND (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 51, 1912, S. 381 u. 425) über Speicherung dieses Farbstoffes im lebenden Plasma der oberen Epidermis der Zwiebelschuppen von *Allium Cepa* nachgeprüft, und ich muß sie in vollem Umfange bestätigen. Besonders erwähnenswert erscheint mir, daß sich hier auch der Kern färbt. Die Ausführbarkeit der Plasmolyse beweist die Lebensfähigkeit der Zellen. Allerdings erhält man die Plasmafärbung nicht bei allen Zwiebeln gut, bei manchen bleibt sie auch ganz aus. Ob es sich hier um verschiedene Rassen oder um gewisse Zustände des Objektes handelt? Bei der unteren Epidermis erhielt ich wie RUHLAND gewöhnlich Speicherung im Zellsaft, der sich intensiv blaugrün färbt. Manchmal aber habe ich auch Plasmafärbung in der unteren Epidermis erhalten sowie Speicherung im Zellsaft der oberen bei gleichzeitiger Plasmafärbung. Das so ver-

schiedene Verhalten der beiderseitigen Epidermen des gleichen Organes ist für das Problem der Stoffaufnahme recht bezeichnend.

Gallocyanin M S, dem Prune pure verwandt, ein saurer Farbstoff, ist den Wurzelhaaren gegenüber gänzlich wirkungslos.

Brilliantcresylblau. 0,0001 % (1 : 1 000 000) in Aqua dest.

Schwache Membranfärbung. Nach 30 Minuten hat sich der Zellsaft der beschriebenen papillösen Epidermiszellen blaugrün gefärbt. Nach 6 Stunden ist die Rotation in den Wurzelhaaren noch tadellos im Gange. Durch Plasmolyse läßt sich nachweisen, daß ihr Zellsaft ein wenig Farbstoff aufgenommen hat.

Brilliantcresylblau. 0,0001 % (1 : 1 000 000) in Leitungswasser. Die Wirkung ist zunächst die gleiche wie bei der Lösung in Aqua dest. Außerdem aber findet eine langsam zunehmende Speicherung des Farbstoffes im Zellsaft der Wurzelhaare statt, die sich deutlich blau färben. Im Verlauf von 2—3 Stunden treten im Zellsaft leichte, kräftig blaue Wolken auf. Nach etwa vier Stunden erscheinen in diesen Wolken bei älteren Haaren sehr kleine blaue Kügelchen. In manchen Haaren beginnen die Kristalle des Zellsaftes sich in amorphe Körperchen zu verwandeln. Die blauen Wolken werden mit der Zeit immer dichter und erweisen sich als intensiv gefärbte Niederschläge, die sich in den älteren Haaren zu den blauen Kügelchen zu verdichten scheinen. Jedenfalls hat mit diesen die langsam fortschreitende Verwandlung der Kristalle nichts zu tun. Nach 6 Stunden ist die Rotation zwar ein wenig langsamer geworden, doch allgemein noch lebhaft.

Gibt man 0,0002 % (1 : 500 000) in Leitungswasser, so ist der Zellsaft binnen kurzem kräftig blau. Wolken und Niederschlag entstehen nicht, sondern es treten schon nach 30 Minuten überall in großer Zahl winzige blaue Kügelchen auf, die miteinander verkleben und zu größeren Kügelchen verschmelzen können. Sie werden gelegentlich vom Plasma umflossen und wieder ausgestoßen. Ein Entstehen der Kügelchen aus den Kristallen des Zellsaftes, wie dies bei Bismarckbraun, Neutralrot, Methylenblau und Säurefuchsin der Fall ist (vgl. meine erste Veröffentlichung), konnte nicht beobachtet werden. Die Kristalle verwandeln sich zwar im Laufe des Versuchs sehr langsam in amorphe Körperchen oder Tröpfchen, diese sind aber farblos. Die Bildung der Kügelchen erfolgt dagegen viel rascher, und selbst die kleinsten unter ihnen sind von vornherein kräftig blau gefärbt. Gelegentlich habe ich die Verwandlungsprodukte der Kristalle an größeren blauen Kügelchen festhaften sehen, was indessen letzten Endes aus ihnen wird,

war infolge der dauernden Bewegung des Zellinhaltes nicht festzustellen. Nach 1 Stunde sind die Kügelchen fast überall zu einigen großen schwarzblauen Kugeln verschmolzen, neben denen sich auch noch eine Anzahl kleiner findet. Der Zellsaft speichert immer mehr Farbstoff, so daß nach 3 Stunden viele Haare dunkelblau sind und ihr Inhalt kaum noch zu unterscheiden ist. Die Rotation hat nachgelassen, in intensiv gefärbten Haaren scheint sie eingestellt zu sein. Diese Vorgänge schreiten nun allmählich weiter fort, bis nach 6 Stunden das Plasma nur in wenigen Haaren noch langsam rotiert. Die übrigen Wurzelhaare sind jedoch nicht tot, wie sich durch Plasmolyse nachweisen läßt. — Brilliantcresylblau ist also wenig giftig, es muß wohl mit den Salzen des Leitungswassers in Verbindungen eingehen, die in die Zelle leicht aufgenommen und im Saft in so auffälliger Weise gespeichert werden.

Naphtolblau. Das Verhalten der Wurzelhaare diesem Farbstoff gegenüber gleicht in manchen Zügen dem gegenüber Brilliantcresylblau, doch ist Naphtolblau erheblich giftiger.

In einer Lösung von 0,0001 % (1 : 1 000 000) in Aqua dest. färbt sich der Zellsaft schwach violett, und im Verlauf von 1 bis 2 Stunden treten violette Wolken darin auf, die sich weiterhin zusammenballen. Größere leichte Wolken erwecken mitunter den Eindruck gelatinöser Massen mit Schlieren. Außerdem verwandeln sich die Kristalle im Zellsaft in amorphe Körperchen, die ungefärbt bleiben. Die Rotation ist nach 3 Stunden allgemein stark verlangsamt oder eingestellt. Das ruhende Plasma geht in einen eigentümlichen Starrezustand über, in dem es mit seinen Strängen ganz scharf wie aus Glas modelliert erscheint. In den kurzen papillösen Epidermiszellen färbt sich der Saft tief violett. Nach 5—6 Stunden leben nur noch wenige junge Haare in dem erwähnten Starrezustand (Plasmolyse möglich), die anderen sind alle tot, das Plasma kontrahiert.

Bietet man die gleiche Konzentration in abgestandenem Leitungswasser, so erscheinen gewöhnlich im Zellsaft alsbald violette Kügelchen, die das bei Brilliantcresylblau beschriebene Verhalten zeigen, doch kann es gelegentlich zuvor auch zur Bildung von violetten Wolken kommen, die sich dann zu den Kügelchen verdichten. Im übrigen treten im wesentlichen die gleichen Erscheinungen auf wie bei der Lösung in destilliertem Wasser.

Nilblau S. Hat gleichfalls ähnliche Wirkung, ist aber recht giftig und wird stark gespeichert. In einer Lösung von 0,0001 % (1 : 1 000 000) färbt sich der Zellsaft binnen wenigen Minuten hell-

blau, und ein wolkiger Niederschlag entsteht. Nach 30 Minuten finden sich im Zellsaft bei fortschreitender Speicherung eine Unzahl blauer Kügelchen, deren Entstehung durch Verdichtung der Wolken bei der Schnelligkeit des Vorganges und einer starken Verlangsamung der Rotation gelegentlich gut beobachtet werden kann. Die Kristallsternchen bleiben dagegen unverändert. Nach 1 Stunde ist die Rotation allgemein sehr langsam. Manche Haare sind bereits tot, das Plasma kontrahiert, es färbt sich beim Absterben hellblau.

Neumethylenblau schließt sich endlich hier an. Eine Lösung von 0,0001 % (1 : 1 000 000) in Aqua dest. färbt die Membran der Wurzelhaare alsbald violett und den Zellsaft schwach blau. Nach 15 Minuten tritt darin ein leichter wolkiger Niederschlag auf, der allmählich zunimmt und sich nach 1 Stunde zu kleinen blauen Kügelchen mit dem bereits geschilderten Verhalten verdichtet. Da die Kristalle im Zellsaft ganz unberührt bleiben, ist ihr Unbeteiligtsein an der Entstehung der Kügelchen unschwer festzustellen. Nach 4 Stunden ist der Zellsaft trotz Bindung des Farbstoffes in den Kügelchen überall kräftig blau, die Färbung der Membran dagegen allmählich verblaßt und verschwunden. Nach 6 Stunden rotiert das Plasma noch überall gut, der Zellsaft vieler Haare hat sich tiefblau gefärbt.

Eine Lösung von gleicher Konzentration in abgestandenem Leitungswasser verursacht überhaupt keine Färbung der Membran. Doch speichert der Zellsaft den Farbstoff, aber es bilden sich sofort die Kügelchen darin in sehr großer Zahl, die Wolken zeigen sich nur in ganz jungen Haaren. Nach 4 Stunden sind die Kügelchen meist zu schwarzblauen Klumpen verklebt und verschmolzen, die Wolken in den jungen Haaren werden immer dichter, und auch hier treten die Kügelchen auf. Nach 6 Stunden hat die Rotation ein wenig nachgelassen, die übrigen Erscheinungen haben sich verstärkt. — Die Giftigkeit des Farbstoffes erweist sich als gering. Sehr eigenartig und nicht recht erklärlich ist die wieder verschwindende Membranfärbung in der Lösung mit destilliertem Wasser.

In meiner eingangs erwähnten Veröffentlichung habe ich auf Grund von Färbungen mit Chrysoidin, Bismarckbraun und Gentianaviolett dem lebenden Plasma basische Reaktion zugesprochen. Dies ist nun ein Schluß, der nach RUHLAND (diese Berichte, Bd. 41, 1923, S. 252) zwar der üblichen Anschauung entspricht, aber infolge unzulänglicher Reaktionsfähigkeit der Indikatoren nicht bindend

ist. Man sieht, wie schwierig es ist, dem lebenden Plasma näher zu kommen. Nicht einmal über seine Reaktion kann man etwas Sicheres aussagen, höchstens Vermutungen lassen sich aufstellen.

Die Lebendfärbung mit Chrysoidin (vgl. die genannten Arbeiten von RUHLAND und SCHAEDE), dem sich vielleicht noch andere Farbstoffe zugesellen werden, kann indessen durch ihre praktische Anwendung für die Zytologie fruchtbar werden. Gelingt die Vitalfärbung nur für etwa 2 Stunden, so scheint mir das für die Untersuchung der lebenden Zelle, insbesondere der Zellteilung, ein Gewinn zu sein. Zu diesem Zwecke braucht man nun nicht so subtil zu verfahren, wie das bei meinen Untersuchungen über Pflanzenzellen und Farbstoffe geschah, kommt es hier in erster Linie doch lediglich darauf an, dem lebenden Plasma ohne Schädigung eine möglichst kräftige Färbung zu geben, um dadurch die Beobachtung zu erleichtern. Eine unerläßliche Forderung bleibt es jedenfalls, daß während der Beobachtungszeit das Plasma in dem Zustande bleibt, den es bei Beginn der Präparation besitzt. Eine ungestörte Abwicklung von Zellteilungen hingegen wird man infolge der veränderten Lebensbedingungen auch am ungefärbten Objekt nur in Ausnahmefällen erwarten dürfen. Sehr häufig wird es sich überhaupt um Schnitte durch Gewebe handeln, und beim Schneiden wird ohne Zweifel der morphologische und physiologische Zusammenhang der Zellen so tiefgreifend gestört, daß man froh sein muß, das Plasma im Zustand des Präparationsmomentes zu erhalten. Versuche über diesen Gegenstand sind im Gange und versprechen Erfolg. Ich hoffe, seiner Zeit darüber berichten zu können.

Bei meinen Untersuchungen habe ich nun auch die Wirkung der Farbstoffe auf Algen und Tiere zu Gesicht bekommen. Einiges besonders Auffälliges sei mitgeteilt, wenn es auch nicht unmittelbar zum Thema gehört. Mit Prune pure und Gallocyanin M S 0,001 % färbten sich die Gallertausscheidungen von Diatomeen intensiv karminrot, z. B. die Stiele von *Gomphonema* und *Synedra*. Von einem *Melosira*faden ging eine ganze Gallertfläche wie ein zerfetzter Vorhang aus, der in ungefärbtem Zustand gar nicht zu sehen war. Auch die Wandungen der Auxosporen von *Melosira* waren karminrot. Die rote Färbung der Gallerte mit den blauen Farbstoffen läßt eine saure Reaktion vermuten. Prune pure und Gallocyanin M S scheinen angesichts ihrer geringen Giftigkeit für die Untersuchung gallertbildender Algen recht geeignet.

Für Zoologen wird das Verhalten von Vorticellen von Interesse sein. In Anilingelb 0,0002 % in Aqua dest. gelöst sah ich

sie platzen wie die Wurzelhaare vom Froschbiß und eine wasserhelle Blase aus ihnen austreten, die gelegentlich abgestoßen wurde, worauf ein verschrumpfter Rest der *Vorticella* zurückblieb. In der Lösung mit abgestandenem Leitungswasser dagegen färbte sich ihr Plasma gelb, und sie blieben 6 Stunden am Leben. Brilliantcresylblau 0,0001 % in Aqua dest. färbte das Plasma von Vorticellen blaugrün, die Lösung in abgestandenem Leitungswasser das von einigen blauviolett, von anderen rotviolett. Der Wimperkranz war auch nach 6 Stunden noch in rascher Bewegung. Vielleicht geben diese Beobachtungen Anregung zu neuen Arbeiten auf zoologischem Gebiete.

Breslau, Pflanzenphysiologisches Institut, Oktober 1923.

59. Felix Mainx: Über künstliche Beeinflussung des Kernteilungsvorgangs.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 28. September 1923. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Die Untersuchungen schließen an die Arbeiten von NATHANSOHN (1900), V. WASIELEWSKI (1903) und NĚMEC (1904) an und sollen zunächst einen Beitrag zu der Frage liefern, ob durch die Anwendung giftiger Stoffe Amitosen in Zellen mit normal karyokinetisch verlaufender Kernteilung hervorgerufen werden können, was schon NĚMEC auf Grund seiner eingehenden Versuche mit Wurzelspitzen in Abrede stellte. Da tierisches Gewebe noch nie in dieser Hinsicht untersucht worden war, wurde als erstes Objekt das Epithel der Mundbodenplatte von Larven der *Salamandra maculosa* gewählt. Die lebend dem Körper entnommenen Epithelien wurden Lösungen von Chloralhydrat und Alkaloiden ausgesetzt und dann gefärbt. Es zeigten sich eine Reihe von Veränderungen des Kernteilungsprozesses: das Spindelgerüst war verschwunden, die Anordnung der Chromosomen vielfach gestört, bei stärkerer Beeinflussung waren die Chromosomen in der Anordnung, in der sie sich gerade befanden, wieder karyomer geworden und zu Ruhekernen verschmolzen. War nun das unterbrochene Stadium ein Diaster, so kamen zwei Kerne in eine Zelle zu liegen, da die Zellteilung inzwischen nicht fortschritt. Diese Kerne waren oft noch durch Chromatinbrücken miteinander verbunden und ähnelten dann amitotischen Figuren.

Um die Aufeinanderfolge der Vorgänge bei der künstlichen Beeinflussung der Mitose richtig verfolgen zu können, wurden als zweites Objekt die Staubfadenhaare von *Tradescantia* gewählt, die eine Beobachtung der Kernteilung im Leben gestatten. Unter dem Einfluß einer Reihe von Alkaloiden und von Chloralhydrat konnte die Aufeinanderfolge der Störungen in vivo verfolgt werden: das Spindelgerüst wird unsichtbar, die Chromosomen quellen auf und verschmelzen wieder zu Kernen, die Anlage der Scheidewand wird verhindert bzw. unterbrochen. Sind durch Unterbrechung eines Diasters zwei Kerne in eine Zelle zu liegen gekommen, so wandern sie langsam aufeinander zu und verschmelzen zu einem didiploiden Kern; dabei ergeben sich Bilder, die von den älteren

Autoren für Amitosen gehalten wurden, in Wirklichkeit aber Kernverschmelzungen bedeuten. Die Ergebnisse bei *Salamandra* und *Tradescantia* bestätigen durchwegs die Auffassung NĚMECs, daß von künstlich hervorgerufenen Amitosen nicht die Rede sein kann.

Die weiteren Versuche stellten es sich zur Aufgabe, gesetzmäßige Zusammenhänge zwischen den physikalisch-chemischen Eigenschaften der verwendeten Stoffe und der Art ihrer Wirkung auf die Mitose zu finden. Als leicht zu beschaffende und technisch gut verwendbare Objekte wurden die Wurzelspitzen der Keimwurzel von *Zea*, *Pisum* und *Vicia* gewählt. Die Wurzeln wurden der Einwirkung verschiedener Stoffe ausgesetzt, die in Lösungen von abgestufter Konzentration unterhalb der letalen Grenze zur Verwendung kamen. Außerdem wurden die weiteren Folgen der Schädigung in Versuchsreihen ermittelt, in denen die Wurzeln nach der Vergiftung abgespült und unter normalen Bedingungen verschieden lange Zeit weitergezüchtet wurden. Die Kernverhältnisse wurden an gefärbten Mikrotomschnitten untersucht. Über die Ergebnisse dieser Versuche läßt sich zusammenfassend folgendes sagen: Von den untersuchten Stoffen haben Methylalkohol, Äthylalkohol, Aceton, Formaldehyd, Phenol und Kohlensäure keine spezifische Wirkung auf den Kernteilungsvorgang. Sämtliche Alkaloide, Chloroform und Ammoniak wirken auf die Kernteilung in der oben für *Salamandra* und *Tradescantia* beschriebenen Weise ein, haben also die gleiche Wirkung wie Chloralhydrat, mit dem NĚMEC seine Versuche ausführte. Allerdings haben diese Stoffe keine gemeinsame physikalisch-chemische Eigenschaft, die man irgendwie mit ihrer spezifischen Wirkung auf die Mitose in Zusammenhang bringen könnte. Äthyläther und Butylalkohol wirken den genannten Stoffen gerade entgegengesetzt, nicht kernteilunghemmend, sondern kernteilungfördernd. Die im Gang befindlichen Mitosen werden fast nicht beeinflußt, während ruhende Kerne zur Teilung veranlaßt werden. So verhalten sich z. B. die Zahlen der Spiremstadien in gleich großen Flächenstücken von Schnitten einer normalen und einer mit 0,125 Mol. Äther behandelten *Vicia*-Wurzel wie 1 : 4. Ob die kernteilungfördernde Wirkung des Äthers für die Erscheinungen des künstlichen Frühtreibens mittels Ätherdämpfe verantwortlich gemacht werden kann, soll den Gegenstand weiterer Untersuchungen bilden. Da Äther und Butylalkohol Stoffe sind, die die Oberflächenspannung ihrer wässrigen Lösung auch schon in geringen Konzentrationen stark herabsetzen, haben wir vielleicht in dieser

Eigenschaft die Ursache ihrer spezifischen Wirkung auf die Kernteilung zu suchen.

Prag, Pflanzenphysiologisches Institut der Deutschen Universität, im September 1923.

Literatur.

Nathansohn (1900): Physiologische Untersuchungen über amitotische Kernteilung. Jahrb. f. wiss. Bot. 35.

Němec, B. (1904): Über die Einwirkung des Chloralhydrats auf die Kern- und Zellteilung. Jahrb. f. wiss. Bot. 39.

v. Wasielewski (1903): Theoretische und experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Amitose. Jahrb. f. wiss. Bot. 38, 39.

Zur Beachtung!

Innerhalb Deutschlands erhalten die Mitglieder die Berichte durch den Postzeitungsvertrieb. Für pünktliche und regelmäßige Zustellung der Berichte ist **die Post verantwortlich.** Beschwerden über Ausbleiben des Heftes (am Ende jeden Monats mit Ausnahme von August und September) sind innerhalb 4 Wochen an die zuständige Poststelle zu richten, welche **zur kostenlosen Nachlieferung** fehlender Hefte **unbedingt verpflichtet** ist. **Bei Wohnungswechsel** ist die Umleitung der Zeitschrift bei dem zuständigen Postamt unter Beifügung einer Umschreibegebühr **unter allen Umständen** zu beantragen, da sonst leicht Hefte verloren gehen können. Zugleich ist der Wohnungswechsel der Mitglieder auch Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15, bekanntzugeben.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1923 mit genauer Angabe der Adresse des Absenders und vollständig druckreif an Herrn Prof. Dr. H. Miehe, Berlin-Lichterfelde-West, Stubenrauchstr. 10, zu senden. Den Mitgliedern können kostenlos nur 2 Arbeiten von je 6 Druckseiten in normalem Druck und der Raum einer Seite für Textfiguren in Strichätzung jährlich zugestanden werden. Alle Mehrkosten, die durch Ueberschreiten der im Vorstehenden festgesetzten Bedingungen entstehen, insbesondere auch die Kosten für Petitdruck im Text und Druck von Tabellen, sind vom Autor zu tragen. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke und Korrekturen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen sind zu senden an Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1923.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Werden mehr als 50 Abzüge gewünscht, so muß die Bestellung der Ueberzahl vor der letzten Korrektur erfolgen; die Kosten für die Mehrabzüge werden besonders berechnet und sind vom Verfasser zu tragen.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68.

BAND XLI. JAHRGANG 1923. HEFT 9.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

AUSGEGEBEN AM 27. DEZEMBER 1923.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a.
1923.

Made in Germany

Bitte beachten Sie die 2. Umschlagseite!

Inhaltsangabe zu Heft 9

Nächste Sitzung der Gesellschaft **Freitag, den 28. Dezember 1923,** abends **7 Uhr,** im **Hörsaal des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität, Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Straße 1.

Über die Höhe der Mitgliedsbeiträge für 1924 erhält jedes Mitglied in den nächsten Tagen noch eine besondere Benachrichtigung. Wir bitten die Mitglieder in ihrem eigenen Interesse, diese Mitteilung genau zu beachten, da sie sonst Gefahr laufen, keine Berichte zu erhalten.

Sitzung vom 30. November 1923.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Der Vorsitzende teilt mit, daß unser Mitglied, Herr Dr.

H. C. Schellenberg,

Professor an der Eidg. Techn. Hochschule in **Zürich**, am 27. Oktober 1923 in seinem 52. Lebensjahre gestorben ist.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren des Dahingeschiedenen von ihren Plätzen.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Arends, Dr. **Johannes**, Apotheker in **Chemnitz**, Winklerstraße 22, (durch W. DETMER und O. RENNER),

Moutesautos, Dr. **Nic.**, Professor in **Athen**, Botanischer Garten (durch K. V. GOEBEL und W. KUPPER),

Schoenichen, Dr., Professor, Direktor der Staatl. Stelle für Naturdenkmalspflege in **Berlin**, Grunewaldstraße 6-7 (durch L. DIELS und R. KOLKWITZ).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

Backer, C. A. in **Buitenzorg** (Java),
Boschan, Georg, Rittmeister a. D. in **Wien I**,
Danilow, Dr. **A. N.**, Konservator in **Petersburg**,
Håkansson, Dr. **Artur**, Privatdozent, p. Adr. G. KJELLBERG in **Lidköping**,
Keydel, Dr. med. **Karl** in **Dresden**,
Lvoff, Dr. **Sergius**, Professor in **Petersburg**,
Robinsohn, Dr. **Isak**, Spezialarzt in **Wien IX**,
Söding, Dr. in **Altona**,
Szabinin, Dr. **Dimitri** in **Perm**,
Troitzkaja, Frl. **O. W.**, Assistentin in **Petersburg**.

Herr W. BUSSE weist darauf hin, daß im Botanischen Museum in Dahlem umfangreiche Sammlungen von epiphyllischen Flechten liegen, die noch der Bearbeitung harren. Auf Anregung des verstorbenen Professors LINDAU hatte er während seines Aufenthaltes in Buitenzorg nahezu sechs Monate hindurch von einer größeren Anzahl markierter Wirtspflanzen in kürzeren

Zeitabständen regelmäßig mit Epiphyllen besetzte Blätter entnommen und in Alkohol eingelegt. Nach seiner Abreise war diese Sammlung von der Direktion des Botanischen Gartens in Buitenzorg liebenswürdigerweise so lange fortgesetzt worden, bis ein einjähriger lückenloser Zyklus abgeschlossen war. Professor LINDAU hatte sich die Bearbeitung des Materials vorbehalten, sie aber nicht mehr in Angriff nehmen können.

Abgesehen von dieser, für die Entwicklungsgeschichte der Epiphyllen wertvollen Sammlung hat Herr BUSSE auch von anderen Pflanzen auf Java und den Straits Settlements, sowie später in Deutsch-Ostafrika, Kamerun und Togo Herbarmaterial blattbewohnender Flechten eingelegt, das mehrere hundert Nummern umfaßt. Es wäre sehr erwünscht, wenn diese reichhaltigen Spezialsammlungen nunmehr der wissenschaftlichen Bearbeitung unterzogen würden.

Mitteilungen.

60. N. Gaidukov: Zur Frage nach der komplementären chromatischen Adaptation.

(Eingegangen am 25. September 1923. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Die Frage nach der komplementären chromatischen Adaptation oder nach GAIDUKOVs Phaenomen[1]) wurde in der letzten Zeit mehrmals erörtert. Deswegen schien es mir angebracht, einige Bemerkungen über die Erscheinung, die zum Teil mit meinem Namen verknüpft ist, zu machen.

BORESCH (l. c., p. 22) sagt, daß *Oscillatoria sancta* nach seiner Meinung auf Grund meiner Versuche, trotzdem sie „angreifbar sind und einzelne derselben sehr wahrscheinlich anders gedeutet werden müssen“, sicher den Formen, die das Vermögen der komplementären chromatischen Adaptation besitzen, zuzuzählen ist. Auf diese Worte kann ich folgendes bemerken: Wenn der *O. sancta* dieses Vermögen fehlte, so existierte vielleicht die „komplementäre chromatische Adaptation“ nicht, und es wäre kein Arbeitsgebiet in dieser Richtung

1) Vgl. K. BORESCH: Arch. f. Protistenk. 44, 1921, Heft 1, p. 2. In dieser Arbeit befindet sich ein sehr ausführliches Literaturverzeichnis.

vorhanden für alle die Forscher, die meine in dieser Richtung gemachten Untersuchungen fortführen, vervollkommnen und kritisieren. Der Erste, der eine Sache anfängt, kann nicht sogleich alle Faktoren übersehen, die den späteren Forschern ganz klar sein werden. BORESCH hat genau den Ernährungs- und HARDER (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1922, 40, p. 26; Z. S. f. Bot. 15, 1923, p. 305) den Lichtintensitätsfaktor berücksichtigt. Die Frage nach dem Ernährungsfaktor scheint mir so weit ausgearbeitet zu sein, daß ich über diese Frage auch meine Meinung äußern kann.

Eine Reihe von Forschern hat bei ihren Versuchen überhaupt keine komplementäre chromatische Adaptation gefunden. Von diesen werde ich ausführlicher die Arbeit von SCHINDLER (Z. S. f. Bot. 5, 1913, p. 497) besprechen. Von dem von SCHINDLER benutzten Material gehört *Oscillatoria limosa* zu den Saprobien. Dasselbe kann man über *O. tenuis* sagen (BORESCH, l. c., p. 21). Der stark (α-)mesosaprobe Charakter dieser beiden Oscillarien ist von mir ausführlich besprochen in zwei Arbeiten, welche soeben druckfertig sind. Es ist möglich, daß auch manche andere — die in verunreinigten Gewässern lebenden — Schizophyceen saprob sind, und aus diesem Grunde sind sie kein geeignetes Material für die Versuche mit der komplementären chromatischen Adaptation. Viel geeigneter für diese Versuche sind einige andere Algen, z. B. *Porphyridium cruentum* Näg. Es wäre sehr wünschenswert, mit dieser Alge die betreffenden Versuche zu machen.

SCHINDLER hat die Farbenanalyse bei seinen Untersuchungen sehr wenig berücksichtigt. Er sagt, „die in der vorliegenden Arbeit beobachteten Farbenwechsel waren so intensiv, daß eine genaue Bestimmung der Farbe sich ohne komplizierte optische Hilfsmethoden mit dem bloßen Auge erzielen ließ“ (l. c., p. 509). Ich halte aber eine genaueste Farbenanalyse bei den Farbenversuchen für außerordentlich wichtig. Diese genaue Analyse ist nicht nur für „die Farbenblinden“ bestimmt. Die von mir gemachte genaue Farbenanalyse gestattete mir, die Farbenveränderung bei den Prozessen der komplementären chromatischen Adaptation ganz genau zu verfolgen (Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1903, p. 517). Diese meine Arbeit wird aber leider von den Botanikern wenig berücksichtigt. Ich bedauere nur, daß es mir nicht möglich war, die Farbenveränderung bei *Phormidium tenue* und *Porphyra* auch genau farbenanalytisch zu untersuchen. Leider hat auch BORESCH in seinen Tafeln meistens nur die Färbungen der ganzen Kulturen dargestellt, aber nicht die der einzelnen Zellen, wie ich das gemacht habe. Die Lagerfärbungen der Schizophyceen usw. können

keineswegs nur von den in ihren Zellen befindlichen Chromophyllen abhängen. In der Natur können, wie ich aus meinen langjährigen ökologisch-algologischen Untersuchungen genau kenne, verschiedene andere Ursachen vorhanden sein, die die Färbung der Lager bestimmen. Auch in den Reinkulturen kann die Färbung nicht nur von den Chromophyllen, sondern beispielsweise noch von der Farbe der Zellwände, der Scheiden (besonders bei einigen Phormidien, Lyngbyen usw.) abhängen.

Aus seinen Versuchen schließt SCHINDLER, daß der von ihm „beobachtete Farbenwechsel der Oscillarien auf ernährungsphysiologischen Momenten beruht, er ist eine Folge der durch das Wachstum der Fäden im Nährsubstrat sich verringernden Stickstoffmenge" (l. c., p. 574). Diese Abnahme der Stickstoffmenge verursachte bei den Oscillarien eine braungelbe und gelbe Färbung. BORESCH (l. c.) bezeichnet diese Erscheinung als N-Chlorose und erwähnt auch nur die gelbbraune bis gelbe Färbung für diese N-chlorotischen Schizophyceen (l.c., Taf. I, Fig. 2, 8e). Ausgerechnet mit solchen Färbungen habe ich am wenigsten zu tun gehabt. Gewiß, die auf solche Weise gefärbten, beinahe nur die Karotine resp. Lipochrome enthaltenden Zellen habe ich gesehen, aber ich habe sie meistens zu den absterbenden gerechnet. BORESCH aber rechnet alle von mir beobachteten blassen Färbungen zur N-Chlorose. Was versteht er aber unter meinen blassen Färbungen? Das erste Resultat meiner Versuche, das mich und ENGELMANN so überrascht hat, war das folgende: Unter dem gelbbraunen Glase ist die *O. sancta* blaßgraugrün bis blaßstahlblaugrün geworden und unter dem blauen violettbraun bis olivbraun. Die Farbe der unter dem gelbbraunen Glas gezüchteten *O. sancta* entsprach ungefähr den von BORESCH angegebenen normalen Färbungen von *Microchaete tenera* (?) (Taf. II, Fig. 9a) und *Phormidium luridum* var. *fuscum* (Fig. 11a). Später entstanden in meinen Kulturen die Färbungen, welche den von BORESCH in den Figg. 5b, 5c, 6b, 6c, 7b, 7c, 7d, 11b usw. abgebildeten entsprachen, d. h. den Färbungen, die er unter roter, orangeroter und gelber Folie bekommen hat. Manche dieser Färbungen waren solche, welche ich als blaß bezeichnete, z. B. 7b, 7c und besonders 7d. Was aber die von mir unter dem blauen Glase erhaltenen Färbungen anbetrifft, entsprachen sie der Fig. 1a, d. h. der normalen Färbung seines *Phormidium laminosum* var. *olivaceo-fuscum* und den weiteren Färbungen, welche er unter blauer Folie erhalten hat, wie Fig. 5e usw. Also war hier in den beiden Fällen keine Rede von N-Chlorose-Färbungen.

Was meine stahlgrauen Färbungen anbetrifft, so ähnelten sie

sehr dem in Fig. 4 abgebildeten Teil, welcher sich in den blauen und violetten Strahlen befand, und über welchen BORESCH sagt, daß dessen Farbe ganz normal war, d. h. eine solche, die die Alge zu Beginn des Versuches gehabt. Diese stahlgrauen und andere Färbungen hatten auch mit den N-Chlorose-Färbungen absolut nichts zu tun gehabt, und sie ähnelten sehr den natürlichen Färbungen mehrerer *Porphyra*, die ich in Helgoland auf der Oberfläche beobachtet habe, den natürlichen Färbungen einiger *Batrachospermum* usw. Die Ursache solcher ungesättigten Färbungen unter dem Anilinviolett-Lichtfilter war das mannigfaltige Spektrum dieses Lichtfilters, aber keinesfalls N-Chlorose.

Was die „fragliche Wirkung der blauen Strahlen" (BORESCH, l. c., p. 23) anbetrifft, so war die in Fig 1a von *Phormidium laminosum* usw. angegebene Färbung so gut an diese Strahlen angepaßt, daß die Alge sogar nicht ihre ursprüngliche Färbung zu ändern brauchte. Es ist richtig, daß die rein blauen Strahlen auf meine Oscillarien auch sehr schädlich wirkten (Kupferoxydammoniak-Lichtfilter), aber unter diesem Lichtfilter sind die Oscillarien bei meinen Versuchen überhaupt nicht gewachsen, also kann ich nicht über N-Chlorose sprechen. Das blaue Glas hat dagegen solche Färbungen verursacht, die den ganz normalen von BORESCH untersuchten (Fig. 1a) ähnelten und wieder mit N-Chlorose nichts zu tun hatten.

BORESCH sagt weiter, daß bei meinen Versuchen mit *Phormidium tenue* keine komplementäre chromatische Adaptation zustande kam. Er kann gewiß in diesem Falle nur den Begriff „Adaptation" verneinen, da eine von dem monochromatischen Lichte bewirkte Farbenveränderung auch in diesem Falle eingetreten ist. Wenn man meine Resultate mit *Phormidium tenue* mit den bei *Phormidium laminosum* usw. von BORESCH erzielten vergleicht (Fig. 3 und 4), so bemerkt man folgendes: In den roten und gelben Strahlen ganz dasselbe Bild; vom Grün bis Violett war bei *Ph. tenue* eine regelmäßige braungelbe Färbung, bei *Ph. laminosum* usw. war in grünen Strahlen eine rötlichbraune Färbung und in den blauen und violetten eine gelbe Färbung eingetreten. Die Färbung des ganzen Teiles von *Ph. tenue* von Grün bis Violett war ähnlicher der Färbung von *Ph. laminosum* in den grünen-blauen Strahlen als in den blauen-violetten. Die gelbe Färbung des *Ph. laminosum* in blauen-violetten Strahlen kann man vielleicht als pathologisch deuten, aber die braunen Färbungen nicht. Außer Phycocyan und Phycoerythrin gibt es bei den Algen auch braune Farbstoffe, die mit den Karotinen resp. Lipochromen nicht identifiziert werden können.

Warum hat BORESCH die Übergangsstadien, die nichts mit N-Chlorose zu tun haben, nicht berücksichtigt? Er sagt, „GAIDUKOV, welcher die *O. sancta* im farbigen Licht erst sich entwickeln ließ, mußte natürlich wochenlang auf die Resultate warten“ (l. c., p. 26). Aber bei so lange dauernden Wachstumsprozessen konnte ich genau die Farbenveränderungen verfolgen. BORESCH aber hat viel schnellere Resultate bekommen, bei denen er die verschiedenen Farbenumwandlungen nicht leicht bemerken konnte. Man kann die Farbenveränderung chemisch, wie er es macht, und physikalisch, wie ich das mache, betrachten. Aber auch bei der chemischen Betrachtung muß man solche Zeitperioden unterscheiden, bei welchen die Mischung der Farbstoffe eine derartige ist, daß aus diesen Mischungen eine ganz blasse, unbestimmte, graue Färbung entsteht.

Wenn auch BORESCH seine Schizophyceen züchten, aber nicht schnell umfärben ließ, könnte er vielleicht meine Versuche auch in dem Sinne der Vererbung bestätigen. In dem ersten Dezennium nach der Veröffentlichung meiner Versuche hat sie nur DANGEARD (C. R. 153, 1911, p. 293) bestätigt. Jetzt sind sie von BORESCH, HARDER u. a. bestätigt. Ich hoffe, daß auch meine Versuche im Sinne der Vererbung in Zukunft weiter bestätigt werden. BORESCH sagt zur Vererbungsfrage: „Es liegt der Gedanke nahe, daß GAIDUKOV einem Irrtum (Stickstoffchlorose?) zum Opfer gefallen ist“ (l. c., p. 59). Schon früher habe ich gesagt, daß meine blassen ins Blaugrün, Graugrün, Stahlblaugrün, Hellviolett usw. fallenden Färbungen, ebenso wie die gesättigten, ins Braun, Violettbraun, Olivbraun usw. fallenden Färbungen mit der N-Chlorose nichts zu tun haben. Wenn die Nachversuche die ersten Versuche nicht bestätigen, so kann man nicht daraus schließen, daß die ersteren falsch waren. PRIESTLEY konnte seinen berühmten Versuch nicht wiederherstellen. Für den Erfolg der Nachversuche muß man alle Faktoren des ersten Versuches genau nachprüfen.

BORESCH teilt die Schizophyceen ein in die adaptierenden und nichtadaptierenden. Vielleicht wäre es vorsichtiger, wenn er sie nur in solche einteilte, mit denen die betreffenden Versuche gelungen sind, und in solche, mit denen diese Versuche nicht gelungen sind. Die Einteilung macht BORESCH gestützt auf seine chemische Hypothese über das Zustandekommen des Farbenwechsels, und bemerkt: „Merkwürdigerweise verfiel GAIDUKOV nicht auf diese nächstliegende Annahme“ (p. 26). Darauf antworte ich, daß ich an der Meinung festhalte, welche schon der berühmte NÄGELI und mein Lehrer ENGELMANN ausgesprochen haben: Wir haben keine Beweise, daß der in den lebenden Zellen befindliche

Farbstoff identisch ist mit den Farbstoffen, welche aus den Zellen in die Lösungen übergeführt werden. Ich bemerke auch, daß in der Frage des Farbenwechsels in der physikalischen Optik, Kolloidchemie und Ultramikroskopie so große Fortschritte gemacht sind, daß wir, die Botaniker, jetzt noch nicht genügend ausgerüstet sind, um diese Fragen zu lösen.

---

61. Peter Stark: Zur Entwicklungsgeschichte der badischen Bodenseemoore.

I. Der edaphische Facieswechsel.

(Vorläufige Mitteilung.)

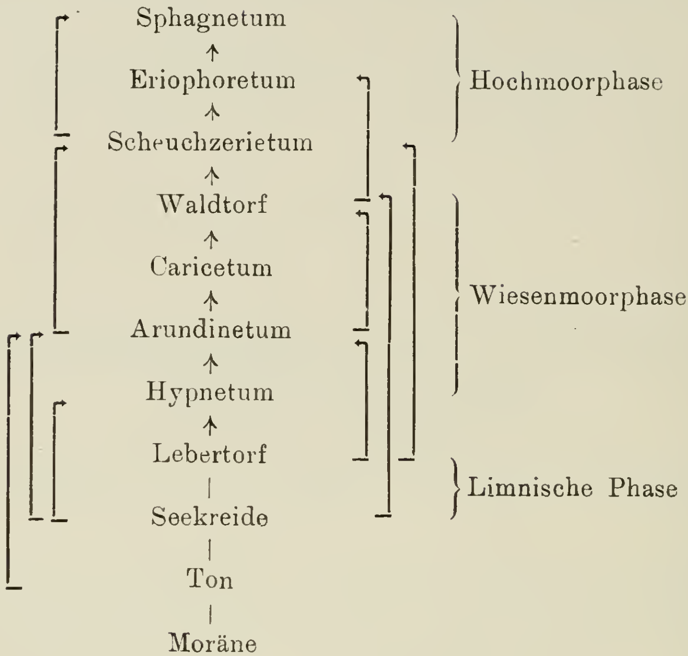
(Eingegangen am 8. Oktober 1923. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

Die Untersuchungen, über die im folgenden berichtet werden soll, haben zum Ziel, den sukzessiven Bestandswechsel in den verschiedenen Horizonten der Bodenseemoore möglichst getreu zu ermitteln. Da die Bearbeitung sich voraussichtlich noch über längere Zeit erstrecken und die schubweise Niederlegung der Resultate wegen der gleichzeitigen Berücksichtigung der Fauna an nichtbotanischem Ort erfolgen wird, so möchte ich einige Ergebnisse, die sich schon jetzt klar übersehen lassen, an dieser Stelle ganz kurz behandeln. Bis jetzt liegt über den Gegenstand nur eine ganz summarische Darstellung SCHMIDLEs in anderem Zusammenhang vor, die indessen schon eine Reihe wichtiger, in jeder Hinsicht von mir bestätigter Einzeldaten enthält[1]).

Die verschiedenen Sukzessionen, die von Ort zu Ort beobachtet werden konnten, lassen sich am besten durch das nachstehende Schema zusammenfassen, das indessen mit den beigefügten Pfeilen nur einen Teil der beobachteten Varianten des vollständigen Normaltypus wiedergibt. Die im extremen Fall vierstufige Schichtfolge des Wiesenmoors (Hypnetum bis Waldtorf) kann bis auf zwei oder gar einen dieser Horizonte (meist Arundinetum oder Waldtorf) zusammenschrumpfen. Das den Übergang zum Hochmoor vermittelnde Scheuchzerietum kann ausfallen, desgleichen in der Hochmoorfolge das Eriophoretum. Ferner ist hervorzuheben, daß nur

1) SCHMIDLE: Postglaziale Ablagerungen im nordwestlichen Bodenseegebiet. Centralbl. f. Min. u. Geol. 1910

Schematischer Überblick über die Schichtfolge.



der geringere Teil der Moore (Heidelmoos bei Wollmattingen, Tannenhofmoor bei Staad, Bussenried bei Mainau und Regnatshauser Ried bei Überlingen) die Hochmoorphase erreichen; die meisten bleiben bei dem Wiesenmoorstadium stehen (z. B. Waldtorf beim Ulmisried bei Wollmattingen, Caricetum beim Kaltbrunner Ried, Waldtorf beim Bestenried b. Dettingen u. a.). Beachtung verdient, daß die Mehrzahl der Moore eine durchaus einheitlich fortschreitende Entwicklung ohne Pendeln etwa zwischen zwei Bruchwaldphasen, zwei *Sphagnum*phasen und dergleichen aufweisen.

Zur Charakterisierung der verschiedenen Horizonte sei folgendes hervorgehoben:

1. Der Ton. Wie die basalen Moränenschotter erwiesen sich zumeist auch die Tone als frei von jeglichen organischen Resten; zuweilen waren vereinzelte Schnecken eingestreut — immer solche, die auch darüber in der Seekreide auftreten; auch die Flora ist sehr arm: Sprosse von *Myriophyllum*, Rhizome von *Equisetum*, Früchte von *Potamogeton* und vereinzelt von *Scheuchzeria* und schließlich Blätter von *Hypnum* sind die kümmerlichen Zeugen der Gesellschaft, die sich im und am Wasser herumgetrieben hat.

Hinweise auf eine *Dryas*vegetation, wie ich sie früher in Rümmingen (Amt Lörrach) feststellte[1]), konnte ich bisher nirgends aufdecken.

2. Die Seekreide. Die Seekreide, die dem Ton zu folgen pflegt, ist so voll von Conchylienschalen, daß sie im Volksmund als Muschelkalk bezeichnet wird. Limnaea- und Planorbisarten, vor allem aber auch Valvaten und Pisidien[2]) gelangten hier zu üppigster Entfaltung — ihren Gehäusen verdankt ja in erster Linie die Seekreide ihre Entstehung. Auch die pflanzlichen Beimengungen sind wesentlich vermehrt; zu den Rhizomen von *Equisetum* und *Phragmites* gesellen sich solche von *Carex*, während *Typha* seine Anwesenheit nur durch Pollen verrät. Zwischen ganzen Stämmchen von *Hypnum*[2]) (meist *H. trifarium*) sind schon Blattfragmente von *Sphagnum* eingestreut; ferner haben *Potamogeton natans*[2]), *Menyanthes* und *Nymphaea* mit *Carex* Samen und Früchte hinterlassen.

3. Der Lebertorf. Mit der Absetzung von organischem Schlamm geht die Seekreide schrittweise in Lebertorf über; die Schnecken treten zurück, dagegen wird das floristische Bild bunter. An Wasserpflanzen treffen wir an: *Najas major* und *Potamogeton natans*, *Nymphaea* und *Menyanthes*; das Röhricht nimmt zu und ist vertreten durch *Cladium*, *Typha* und vor allem *Phragmites*; *Carices* erscheinen in größerer Menge. Blätter von *Popolus tremula*, *Quercus pedunculata* und *Rhamnus* deuten darauf hin, daß diese Gehölze sich in unmittelbarer Nähe des Wassers aufgehalten haben. Vor allem verdient aber der Reichtum an Algen Erwähnung. Nimmt man die Arten hinzu, die unmittelbar darunter oder darüber gefunden wurden, so beläuft sich ihre Zahl auf 75 Spezies, davon 61 Conjugaten (*Cylindrocystis*, *Penium*, *Staurastrum* und nicht weniger als 46 Cosmarien). Die Cosmarien sind meist Ubiquisten (*C. botrytis*, *C. granatum*, *C. phaseolus*, *C. tetraophthalmum*), aber es erscheinen auch seltenere Formen, die z. T. in der auf Baden bezüglichen Literatur noch nicht erwähnt werden, wie *C. arctoum*, *C. Baileyi*, *C. Gayanum*, *C. microsphinctum*, *C. Nymannianum*, *C. rectangulare*, *C. suborbiculare*, *C. Turneri* u. a. Ihre Zahl übertrifft um ein mehrfaches diejenige, die ich bis jetzt in fossilen und subfossilen Fundlisten anderer Gegenden beschrieben fand.

---

1) P. STARK. Beiträge zur Kenntnis der eiszeitlichen Flora und Fauna von Baden. Mitteil. d. naturf. Ges. Freiburg 1912 (auch Dissertation!).

2) Für die Durchsicht der Schnecken bin ich Herrn Dr. D. GEYER (Stuttgart), für diejenige der Moose Herrn Garteninspektor MÖNKEMEYER (Leipzig) und für eine solche der Samen und Früchte Herrn Dr. E. NEUWEILER (Zürich) zu ganz besonderem Dank verpflichtet.

4. Das Hypnetum. Auf den Lebertorf folgt häufig Moostorf, der sich in erster Linie aus *Hypnum*stämmchen zusammensetzt. Als Leitform kann *H. trifarium* bezeichnet werden, die oft reine Bestände bildete; als Begleiter wurden *H. aduncum*, *H. giganteum*, *H. scorpioides*, *H. Sendtneri*, *H. stellatum* und *H. Wilsoni* bestimmt, ferner vielfach *Meesea tristicha*, die manchmal dem *H. trifarium* den Rang streitig macht. Vereinzelt finden sich dazwischen *Carex* und *Phragmites*, *Menyanthes* und *Potamogeton*.

5. Das Arundineto-Caricetum. An den Moostorf oder direkt an den Lebertorf und die Seekreide schließen sich — oft nicht scharf voneinander zu trennen und einander vertretend — das Arundinetum und Caricetum an. An Röhricht ist noch *Scirpus lacustris* und *Cladium* vorhanden. Das Seggengemisch ist oft recht mannigfaltig; wir treffen *C. elongata*, *C. flacca*, *C. flava*, *Carex paradoxa* und an derberen Formen *C. paludosa*, *C. riparia*, *C. stricta* und *Carex vesicaria*, also Bestandteile des Magnocaricetums. *Hypnum* dagegen tritt zurück. Das Nahen des Bruchwaldstadiums kündigt sich an in Holzresten von *Pinus*, *Betula*, *Alnus* und seltener *Picea*. Dazu treten Samen und Früchte von *Cornus sanguinea*, *Menyanthes*, *Lycopus* und *Bidens* und Blätter von *Salix aurita*.

6. Der Waldtorf. Schilf- und Seggentorf sind in der Regel von Bruchwaldtorf gefolgt, während in selteneren Fällen der ganze Wiesenmoorkomplex durch Waldtorf repräsentiert ist. Charakterpflanzen sind *Alnus*, *Betula* und *Pinus silvestris*, denen mitunter *Cornus sanguinea*, *Sambucus nigra* und *Quercus pedunculata* beigesellt sind[1]). An Moosen treffen wir neben verschiedenen Hypneen *Mnium affine*. Weiterhin ist auf den Reichtum von *Aspidium*, *Rubus fruticosus* und *R. idaeus* in der Untervegetation hinzuweisen.

7. Das Scheuchzerietum. Mit einer einzigen Ausnahme wird überall dort, wo das Moor überhaupt in das Hochmoorstadium eintritt, die Schichtfolge durch *Scheuchzeria* eingeleitet. Manchmal liegt ein reines Scheuchzerietum vor, in anderen Fällen ist aus der unteren Etage *Carex* und *Phragmites*, aus der oberen *Eriophorum* und *Sphagnum* eingestreut. Im Heidelmoos, wo das Scheuchzerietum stellenweise über 1 m Mächtigkeit erlangt und bis an den Grund des Moores reicht, finden sich feine Schmitzchen von *H. trifarium* darin.

8. Das Eriophoretum. Zwischen Scheuchzerietum und Eriophoretum findet meistens ein so kontinuierlicher Übergang

1) Im Bussenried und Regnatshauser Ried liegen ganze Eichenstämme.

statt, daß eine scharfe Grenze nicht zu ziehen ist; offenbar hat die eine Pflanze die andere nur ganz allmählich verdrängt; in dem Maße, als *Scheuchzeria* nach oben ausklingt, nimmt *Sphagnum*, das nirgends dem Eriophoretum fehlt, zu, bis es im Sphagnetum meist zur Alleinherrschaft gelangt; weitere Komponenten sind recht spärlich; am häufigsten begegnet man noch *Menyanthes*.

9. Das Sphagnetum. Das Sphagnetum erreicht überall nur wenige Dezimeter Mächtigkeit; die herrschende Form ist *S. cymbifolium*; außerdem wurde bis jetzt *S. papillosum* bestimmt. Andere Moose treten numerisch zurück; eingestreut in die Sphagnen wurden beobachtet *Aulacomnium palustre*, *Meesea longiseta*, *Polytrichum juniperinum* und *Thuidium Blandowii*. Holz von *Betula* ist ein kaum fehlender Bestandteil, desgleichen Samen von *Menyanthes*, wozu dann noch solche von *Potentilla Tormentilla* und Früchte von *Rhamnus Frangula* stellenweise hinzutreten. Weiter nach oben kündigen sich dann die Ericaceen an: *Andromeda polifolia*, *Vaccinium oxycoccus* und *V. uliginosum*, seltener *Calluna*, ohne daß es indessen zur Ausbildung von ausgesprochenem Reisertorf käme. Das Stadium des Hochmoorwaldes tritt uns nur im Regnatshauser Ried in lebendem Zustand entgegen.

Überblicken wir diese Schichtfolge, so ergibt sich das typische Bild der Verlandung, wie uns auch, um benachbarte Gebiete zu streifen, in der Baar (STARK, loc. cit.) und der Schweiz (FRÜH und SCHRÖTER, NEUWEILER etc.) gegenübertritt. Als der Rheingletscher sich nach der Eiszeit zurückzog, da bot die Drumlinlandschaft kleine Becken und Mulden in Hülle und Fülle, die mit ihrem schwer durchlässigen Tonboden die Bildung von Seen begünstigten. Diese Seen bildeten den Tummelplatz für zahlreiche Wasserschnecken und beherbergten eine immer üppiger werdende Flora von Limnaceen und Hydrochariten, während der Rand von Röhricht umsäumt war. Dieser Ufergürtel schickte dann seine Vorposten in die freie Wasserfläche hinaus, erst *Scirpus* und *Phragmites*, *Typha* und *Cladium*, zwischen denen *Hypnum*rasen sich breit machten, dann große Seggen, bis der Spiegel allmählich zuwuchs; es begann die Domäne des Wiesenmoors, das Torfschichten aus Schilf und Seggen und anschließend daran aus dem bunten Gewirr von Bruchwaldkomponenten oft bis zu mehreren Metern Mächtigkeit emporgetürmt hat. In dem Maße, als die Bodendecke sich über den Grundwasserspiegel emporhob und sich von dem mineralischen Untergrund entfernte, wurde die Wiesenmoorvegetation durch eine solche des Hochmoors

ersetzt. Das Scheuchzerietum, das gerne sehr naß steht, deutet noch auf größere offene Wasserflächen hin. Erst durch die Anreicherung seiner Rhizome wurden die Bedingungen für den Sieg des Eriophoretums geschaffen, das dann durch das Sphagnetum abgelöst wurde. Die letzten Schlußglieder: Reisertorf und Hochmoorwaldtorf wird nur eben angedeutet.

Zwei Faktoren sind es im wesentlichen, die dieser Schichtfolge zugrunde liegen: Der Übergang vom Wasser- zum Landleben und das Herauswachsen aus dem Bereich des nährstoffreichen Untergrundes, das eine Ablösung von eutrophen durch oligotrophe Pflanzenvereine zur Folge hat; die ganze Sukzession ist also edaphisch bedingt.

Diese Betrachtungen gelten in derselben Weise für die Fauna. Wir treffen in der Seekreide eine Gesellschaft, die sich der Artenzahl nach aus 33 Wasserformen und 11 Landformen rekrutiert. Der Individuenzahl nach würde das Verhältnis sogar wohl mehr als 1000 : 1 sein. Dieses Verhältnis hat sich im Verlaufe der Entwicklung derartig verschoben, daß in der Moorerde, die den Schichtkomplex nach oben abschließt, auf 25 Wasserformen 29 Landformen kommen, wobei nunmehr auch der Individuenzahl nach das Üebergewicht weit nach der Seite der Landformen hinübergerückt ist. Zugleich treten die Formen des bewegten Wassers mehr und mehr zurück.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß in vereinzelten Fällen — und zwar stets dann, wenn kein Fortschreiten zum Hochmoor zu verzeichnen ist —, über dem Torf ein Wiesenmergel erscheint, der sich im Verhältnis der Wasser- und Landschnecken wieder der Seekreide nähert, womit eine Zunahme der Hypneen Hand in Hand geht.

62. Peter Stark: Zur Entwicklungsgeschichte der badischen Bodenseemoore.

II. Der klimatische Facieswechsel.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 8. Oktober 1923. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

In der ersten Mitteilung wurde die Entwicklungsgeschichte der Bodenseemoore ausschließlich unter dem Gesichtspunkte des Wechsels der edaphischen Faktoren behandelt. Es ergibt sich sofort die Frage, ob in der Schichtfolge irgend etwas enthalten ist, was auf einen klimatischen Wechsel hindeutet. Wir betrachten zu diesem Zwecke die eigentliche Moorvegetation, die begleitende Konchylienfauna und die bisher außer acht gelassene Pollenführung der verschiedenen Horizonte.

I. Die Moorvegetation.

1. Die Algenflora. Auf den Reichtum an Algen in tieferen Schichten wurde schon früher hingewiesen. Uns interessieren hier vorab die Conjugaten. Es wurde erwähnt, daß es sich in erster Linie um Ubiquisten handelt. Dazwischen treten — aber stets in geringer Individuenzahl — Formen auf, die nach West als arktisch-alpin zu bezeichnen sind, wie *Cosmarium arctoum*, *C. crenatum* und *C. obliquum*, wozu vielleicht auch noch *C. alpinum* zu stellen ist. Diese Arten sind alle schon in vereinzelten Individuen lebend im höheren Schwarzwald nachgewiesen (*C. arctoum* auf dem Wildseemoor durch RABANUS, noch unpubliziert!), fehlen aber der Ebene vollständig, mit Ausnahme von *C. crenatum*, das KIRCHNER und SCHRÖTER für den Bodensee angeben. Zu diesen Spezies gesellen sich einige andere, die STEINECKE u. a. mit etwas weiter Auffassung als Glazialrelikte bezeichnen: *Cylindrocystis Brebissonii*, *Penium minutum*, *P. spirostriolatum*, *Cosmarium microsphinctum*, *C. moniliforme*, *C. pachydermum*, *C. pseudopyramidatum*, *C. substumidum* (sehr häufig!) und *C. venustum*, Arten, die auch jetzt bei uns nicht unbedingt an höhere Berglagen geknüpft sind. Bei der relativen Unerforschtheit der Gesamtverbreitung muß man sich hüten, aus den gegenwärtigen Areallücken irgendwelche Schlüsse auf klimatische Ansprüche zu ziehen. Immerhin verdient das geschlossene Auftreten von Arten, die anscheinend kühlere Temperaturlagen bevorzugen, am Grunde der Moore Beachtung. Die Gesellschaft trägt ausgesprochenen Hochgebirgscharakter (außer einigen

genannten Arten *C. angulosum*, *C. impressulum*, *C. nitidulum*, *C. pseudonitidulum*, keine Costerien!).

2. Die Moose. Unter den Moosen fällt die führende Stellung von *Hypnum trifarium* auf. Es reicht von der Seekreide bis zum Eriophoretum, erlebt im Trifarietum am Grunde des Torfs sein Maximum und erlischt nach oben schrittweise. Es ist bis jetzt an 13 Stellen nachgewiesen, die sich über das gesamte Gebiet verteilen. Die nördlichsten Vorposten stoßen schon sehr nahe an die entsprechenden fossilen Fundpunkte in der Baar (STARK, loc. cit.) heran. Lebend ist das Moos auf badischem Boden nur in einzelnen Stämmchen zwischen dem arktisch-alpinen *H. turgescens* im Wollmattinger Ried bei Konstanz nachgewiesen. Die floristische Stellung dieses Mooses, das in der Schweiz die erste Besiedlung der Glazialtone übernahm und allenthalben im Postglazial vorübergehend eine führende Rolle spielte, ist in der früheren Arbeit ausführlich diskutiert; es ist eine nordisch-subalpine Form, und der Schluß ist nicht von der Hand zu weisen, daß es seine ehemalige Blütezeit einem feuchtkühlen Klima verdankt. Sehr häufig mit *Hypnum trifarium* gepaart erscheint *Meesea tristicha*, ein Moos von ähnlicher pflanzengeographischer Stellung, das lebend noch nicht im badischen, wohl aber im württembergischen Bodenseegebiet beobachtet ist, während *M. longiseta*, die subfossil nur in oberen Torflagen beobachtet wurde, sich gehalten hat. Auffällig ist noch der Nachweis von *Thuidium Blandowii*, ein Moos, das gegenwärtig seine Südgrenze in Nord- und Mitteldeutschland erreicht und im Postglazial schon in den *Dryas*schichten Schwedens, Rußlands und Norddeutschlands erscheint.

3. Blütenpflanzen. Nähere Beachtung unter den Blütenpflanzen verdient vor allem *Scheuchzeria*. Auch diese Pflanze fehlt dem badischen Bodenseegebiet. Es existiert freilich eine alte angefochtene Literaturangabe, wonach sie ehedem einen Standort bei Konstanz innegehabt haben soll. Diese Angabe erhält eine nachträgliche Stütze dadurch, daß ich die Pflanze bis jetzt an 14 Stellen fossil nachweisen konnte. Damit wird einigermaßen das Vakuum der Verbreitung zwischen der Schweiz auf der einen Seite, Schwarzwald und Baar (hier nur mehrfach fossil, SRARK) auf der anderen Seite überbrückt. Die pflanzengeographische Stellung dieser Pflanze ist noch umstritten, soviel aber gewiß, daß sie in feuchtkühlem Klima die besten Bedingungen ihres Gedeihens findet. Ob hieraus zwingende Schlüsse auf eine Klimadepression zur Zeit des Scheuchzerietums abgeleitet werden können (SCHREIBER), oder ob die Herrschaft dieser Pflanze rein edaphisch bedingt ist,

steht noch zur Diskussion. Das gleichzeitige Auftreten von Trifarietum-Schmitzen im Haidelmoos würde für erstere Auffassung sprechen, gewisse pollenanalytische Daten, aus denen hervorgeht, daß dem Scheuchzerietum verschiedenartige Pollenspektren zugeordnet sind, dagegen. Soviel scheint mir aber doch aus den Tatsachen hervorzugehen, daß der allgemeine Rückgang von *Hypnum trifarium* und *Scheuchzeria*, der ja nicht nur im behandelten Gebiet zu verzeichnen ist, nicht bloß durch edaphische Momente erklärt werden kann. Ganz entsprechend verhält sich *Scirpus caespitosus.*

II. Die Konchylienfauna.

Mit einem kurzen Blick müssen wir auch die den Pflanzen beigesellte Konchylienfauna streifen. Als Leitform der Seekreide bezeichnet SCHMIDLE mit Recht die nirgends fehlende *Valvata alpestris*, die zusammen mit der ebenfalls alpinen *Limnaea mucronata* die Hauptmasse aller Schneckengehäuse ausmacht und bis jetzt an 22 Stellen — zum Teil viele Kilometer vom Bodensee entfernt — nachgewiesen werden konnte. Dazu gesellen sich nicht weniger als 11 mehr oder minder ausgeprägt nordisch-alpine Arten, die der Artenzahl nach 38 % der ganzen Gesellschaft ausmachen, in ihrer Individuenzahl aber das Bild vollständig beherrschen: *Limnaea tumida*, *Pisidium lilljeborgii*, *P. nitidum*, *P. obtusale*, *Planorbis deformis*, *P. glaber*, *P. gredleri*, *Valvata antiqua*, *V. gegeri*, *V. macrostoma* und *V. pulchella.* Im darüberliegenden Torf treffen wir bei einer Gesamtzahl von 34 Spezies nur noch die 3 *Pisidien* und *Planorbis glaber*, wozu sich noch die in ihrer Stellung als Glazialrelikt angefochtene *Pupa moulinsiana* gesellt; das sind nur noch 11% „glaziale" Formen. Das könnte man nun damit in Zusammenhang bringen, daß in der späteren Moorentwicklung die für das Gedeihen der meisten Formen erforderlichen freien Wasserflächen verschwinden. Deshalb muß besonders unterstrichen werden, daß in den Wiesenmergeln, die, wie schon erwähnt, manchenorts den Schichtkomplex nach oben abschließen, der alte Prozentsatz an Wasserformen wiederhergestellt wird, daß aber gerade die glazialen Komponenten fehlen. Die einzige nordisch-alpine Komponente ist *Pupa genesii.* Mag daher — was selbstverständlich ist — das Verschwinden freier Wasserflächen mitwirken und mag — worauf GEYER hinweist — dieser Erfolg verstärkt werden durch den Ersatz bewegten Wassers durch ruhiges Wasser — einige der genannten Formen werden gleichzeitig als ökologische Anpassungen an Wellengang gedeutet — soviel scheint aus dem allgemeinen Rückgang doch hervorzugehen, daß die Arten — ähnlich wie *Hypnum*

trifarium, *Meesea* und *Scheuchzeria* — die Aktivität ihrer Ausbreitung verloren haben; denn Standorte, an denen sie zu gedeihen vermöchten, gibt es noch verschiedentlich — haben sich doch einige von ihnen im Bodensee selbst gehalten. Die mangelnde Aktivität deutet aber darauf hin, daß diese Gesellschaft ihr klimatisches Optimum überschritten hat.

III. Pollenanalytische Befunde.

Erst im Verlaufe meiner Untersuchungen wurde mein Augenmerk auf pollenanalytische Fragen gelenkt, und zwar gaben dazu zahlreiche Beobachtungen Anlaß, die mir nicht mit der in dem FRÜH-SCHRÖTERschen Moorwerk vertretenen Auffassung von dem fast gleichzeitigen Einwandern der Gehölzarten in der Postglazialzeit im Einklang zu stehen schienen. Die folgenden Daten sind noch sehr lückenhaft, geben aber immerhin schon einige feste Anhaltspunkte. Es ergibt sich zunächst die auffällige Tatsache, daß die tieferliegenden Horizonte fast durchweg sehr vereinfachte Pollenspektren aufweisen. Dafür liefert Tabelle I einige herausgegriffene Beispiele. Die berechneten Durchschnittswerte beziehen sich zumeist auf 1000 abgezählte Pollenkörner. Im extremen Fall (Moor der Anstalt Reichenau) sind bloß 2 Pollensorten vorhanden: Kiefer und Birke; diese beiden Gehölzarten — neben *Salix* diejenigen, welche die geringsten klimatischen Ansprüche machen! — beherrschen das Bild, wobei die Kiefer mit 2 Ausnahmen über 90% ausmacht. Nur eben angedeutet sind außer der Weide die Haselnuß und die Komponenten des Eichenmischwaldes (*Ulmus*, *Tilia* und *Quercus*), d. h. diejenigen Waldkomponenten, die auch in Schweden und Böhmen zuerst der Kiefer und Birke folgen.

Tabelle I.

	Anstalt Reichenau	Haidelmoos	Regnatshauser Ried	Busseried	Kalttrunn		Bündlisried		
	Seekreide	Lebertorf	Hypnetum	Schilftorf	Seekreide	Schilftorf	Seekreide	Lebertorf	Schilftorf
Pinus	**95,3**	**95,6**	**98,7**	**95,3**	**85,8**	**98,4**	**55,9**	**93,0**	**90,7**
Betula	4,7	3,2	1,2	3,6	13,0	0,7	41,4	5,8	7,9
Corylus	—	0,9	0,1	0,9	0,8	0,8	1,8	0,9	1,0
Quercus . . .	—	0,2	—	—	0,1	—	—	—	—
Tilia	—	0,1	—	—	—	—	—	—	0,2
Salix	—	—	—	0,1	0,3	0,1	0,9	0,3	0,2
Ulmus	—	—	—	0,1	—	—	—	—	—

Soweit man aus den wenigen Belegen schließen darf, scheint sich in diesen ersten Phasen der Prozentsatz Kiefer : Birke zugunsten der Kiefer verschoben zu haben (Bündlisried, Kaltbrunn). Die Kiefer-Birkenperiode reicht in den verschiedenen Mooren verschieden weit herauf; bei dem einen prägt sie sich bloß in der Seekreide ab, bei dem andern gelangt sie noch in Lebertorf und Hypnetum zum Ausdruck, vereinzelt — mutmaßlich den ältesten Mooren — persistiert sie bis zur Schilftorfphase. Darin liegt ein Maßstab für die Altersberechnung. Nur ganz vereinzelt sind mir Moore begegnet, bei denen schon in den Grundproben großer Pollenreichtum herrscht. Als Beispiel dafür diene das kleine, jetzt fast erloschene Moor bei St. Katharinen, nordöstlich von Wollmattingen (Tabelle II), das einen sehr jungen Eindruck macht.

Tabelle II. St. Katharinen.

	Letten	Schilftorf (basal)
Pinus	32,0	6,0
Betula	3,2	2,0
Tilia	1,4	12,1
Quercus	5,7	23,2
Ulmus	14,9	12,0
Corylus	41,2	42,4
Alnus	0,3	—
Picea	—	0,4
Abies	0 2	0,4
Fagus	—	0,4
Salix	0,9	1,1
Carpinus	0,2	—

Hier treffen wir an der Basis einen Letten, der im Pollenbild 41,2% Hasel, 32,0% Kiefer, 21,4% Eichenmischwald und 3,2% Birke aufweist, alles übrige liegt unter 1%. Im darauf folgenden Schilftorf hat sich das Verhältnis derart verschoben, daß nunmehr der Eichenmischwald mit 47,2% an der Spitze steht, es folgt die Hasel mit 42,4%, Kiefer und Birke sind auf zusammen 8% herabgesunken; die Phase der Hasel und des Eichenmischwaldes zeichnen sich deutlich ab, wie dies auch jüngst RUDOLPH und FIRBAS[1]) für Böhmen nachgewiesen haben. Erwähnung verdient der hohe Prozentsatz der Linde, die gegenwärtig im Waldbild des Bodenseegebiets völlig fehlt. Entsprechend liegen die Verhältnisse, worauf ich schon an früherer Stelle hingewiesen habe (STARK,

1) Diese Berichte. 1923.

loc. cit.), im Schwarzwald; erneute, im Gang befindliche Untersuchungen haben diesen Eindruck verstärkt. Über den weiteren Gang der Entwicklung gibt ein Profil Auskunft, das sich auf das Haidelmoos bei Wollmattingen bezieht (Tabelle III). Hier treffen wir an der Basis des Lebertorfs (Lebertorf I) das schon in Tabelle I verzeichnete altertümliche Pollenspektrum an. Schon im oberen Lebertorf haben sich die Verhältnisse derart gewandelt, daß eine Mischung zustande kommt, wie sie etwa dem basalen Schilftorf von St. Katharinen entpricht: 47,3 % Eichenmischwald (**mit 20,3% Linde**), 17,0% Hasel und 15,2% Kiefer und Birke — es kommt uns hier nur auf die Reihenfolge, nicht auf die absoluten Beträge an sich an. In diesem Lebertorfniveau sind Blätter von *Quercus pedunculata* und Früchte von *Tilia grandifolia* ungemein häufig, desgleichen die Samen der jetzt äußerst seltenen mediterranen *Najas minor*. Beim Scheuchzerietum, das sich im vorliegenden Profil unmittelbar an den Lebertorf anschließt, stehen wir vor der auffälligen Tatsache, daß bei wachsendem Haselprozent der Eichenmischwald auf 9 % zurückgegangen ist, während die Fichte mit 17 % an die zweite Stelle rückte. Das könnte im Sinne einer Klimadepression gedeutet werden — wobei freilich das Verhalten der Erlenprozente im oberen Lebertorf und im Scheuchzerietum zu denken gibt, desgleichen die *Corylus*kurve. Andererseits würde das Zusammenfallen dieser Depression mit dem Scheuchzerietum und in diesem Fall mit einem ins Scheuchzerietum eingestreuten Trifarietums sehr schön stimmen[1]). Im Sphagnetum stehen Eiche (30,9 %), Hasel (21,9 %) und nunmehr auch die Buche (25,9 %) an führender Stelle, die Fichte ist wieder zurückgegangen, die Linde ist nur noch mit einem Pollenkorn vertreten, während die Ulme ganz fehlt: wir stehen in der Zeit, wo Eiche und Buche — wie auch jetzt noch im Gebiet — das Waldbild prägen. Die übrigen Moore schließen sich, soweit sich das geringe statistische Material beurteilen läßt, in der Baumfolge wenigstens in den großen Zügen an. Erst bei feinerer Staffelung der Schichtproben und bei Heranziehung möglichst vieler Moore wird eine feste Grundlage gewonnen werden. Vielleicht bildet sich dann auch im Pollenspektrum die Phase der oberen Schneckenmergel als feuchte (subatlantische?) Periode ab. Außer Zweifel steht aber, daß am Anfang der Entwicklung eine Kiefer-Birkenperiode geherrscht hat, die sich zeitlich

1) Doch scheint sich dieser Parallelismus im Tannenhofmoor bei Staad, wo in einer dem Scheuchzerietum entnommenen Probe an erster Stelle Hasel (41,8 %), an zweiter Erle (24,5 %) und Eiche (13,8 %) steht, während Fichte nur mit 1,6 % vertreten ist, nicht zu bestätigen.

Tabelle III. Haidelmoos.

	Lebertorf I	Lebertorf II	Scheuchzerietum	Sphagnetum
Pinus	**95,6**	7,3	5,0	1,0
Betula	3,2	7,7	2,5	0,4
Tilia	0,1	**20,3**	0,5	0,1
Quercus	0,2	7,3	7,5	**30,9**
Ulmus	—	**19,7**	1,0	—
Corylus	0,9	**17,0**	**33,5**	**27,6**
Alnus	—	0 3	**14,0**	4,7
Picea	—	2,7	**17,0**	3 0
Abies	—	1.7	9.0	4,1
Fagus	—	12,0	7,5	**25,9**
Salix	—	2.3	2 5	1,7
Acer	—	1,7	—	0,6
Carpinus	—	—	—	5,7

mit der auf ein kühles Klima hinweisenden Phase der *Valvata alpestris*, der Hochgebirgsalgenflora, und zumeist auch noch mit dem basalen *Hypnum*torf (Trifarietumzone!) deckt, daß dann eine Periode der Hasel und des Eichmischwaldes (mit Lindenmaximum!) gefolgt ist, und daß sich zumeist erst anschließend daran Fichte, Buche und Tanne in größerer Menge eingestellt haben. Vielleicht ist hierin die Fichte der Buche und Tanne vorangeeilt; so wenigstens stellen sich die Dinge nach den noch unveröffentlichten Aufzeichnungen im südlischen Schwarzwald (Hinterzartner Moor) dar, wo auf die Eichenmischwaldperiode ein sehr ausgeprägtes Maximum der Fichte (über 70%!) und dann ein solches der Buche und Tanne folgt entsprechend der Reihenfolge, die RUDOLPH und FIRBAS für Böhmen nachgewiesen haben. Mit Rücksicht auf die Befunde im Schwarzwald, wo die Lindenperiode noch in 1130 m nachweisbar ist (28,4 % Lindenpollen!), kann für diese Phase ein klimatisches Plus angenommen werden.

Es soll weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, hierüber Klarheit zu schaffen. Dann werde ich auch zu der soeben erschienenen Arbeit von GARMS und NORDHAGEN[1]), die für die Gültigkeit des BLYTT-SERNANDERschen Schemas auch im Alpengebiet eintritt, Stellung nehmen.

1) Landeskundl. Forschungen, München. H. 25. 1923.

63. A. Weisse: Blattstellungsstudien an Cercidophyllum japonicum. I. Die normale Blattstellung der vegetativen Sprosse.

(Eingegangen am 17. November 1923. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

In diesen Berichten haben SOLEREDLR (30, s. Literaturverz. a. Schl. v. Mitt. II) und HARMS (9) Arbeiten veröffentlicht, die sich mit den morphologischen und systematischen Verhältnissen von *Cercidophyllum* beschäftigen. Sie weisen auch auf die eigentümlichen Blattstellungsverhältnisse dieses Baumes hin, und es schien mir von Interesse, diese entwicklungsgeschichtlich zu untersuchen, um festzustellen, ob sie auch hier durch die zu beobachtenden Raumverhältnisse im Sinne SCHWENDENERs (27) bedingt seien. Nachdem ich nun die Entwicklung des Baumes eine volle Vegetationsperiode hindurch verfolgt habe, möchte ich über die Ergebnisse meiner Studien kurz berichten. Ich verteile den Stoff auf drei Mitteilungen. Die erste soll die normale Blattstellung der vegetativen Sprosse, die zweite die Blütensprosse, die dritte abweichende Blattstellungen behandeln. In dieser gedenke ich auch auf einige neuere Veröffentlichungen über Blattstellungen kurz einzugehen.

Die Gattung *Cercidiphyllum* ist, wie bekannt, von SIEBOLD und ZUCCARINI 1846 in d. Abh. d. Münch. Akad. aufgestellt worden (29, p. 238), während der Artname *Cerc. japonicum* S. et Z. sich zuerst in HOFFMANN und SCHULTES' Noms indigènes (13, p. 26, Nr. 131) findet. Wenn SOLEREDER (30, p. 387) für Ort und Zeit dieser Veröffentlichung „Leyde, 1864, S. 13, n. 131" angibt, so ist ihm offenbar nur ein Neudruck derselben bekannt gewesen. Nach dem mir vorliegenden Exemplar der Berliner Staatsbibliothek ist die Originalausgabe in Paris 1853 erschienen (13). Hiernach muß als Publikationsjahr der Art das Jahr 1853 (nicht 1864) gelten. Das von mehreren Autoren [MIQUEL (19, p. 140), JACKSON (15, p. 489), C. K. SCHNEIDER (25, p. 425), REHDER und WILSON (23, p. 316), HARMS (10, p. 72) und GRAEBNER (5, p. 545)] auch für die Art angegebene Zitat „München, 1846" ist nur für die Gattung zutreffend. Andererseits zitiert DURAND (2, p. 4) fehlerhaft für die Gattung die Noms indigènes.

Obgleich der von SIEBOLD und ZUCCARINI gebildete Name „*Cercidiphyllum*" philologisch nicht einwandfrei ist, wurde und wird

er doch von der großen Mehrzahl der Autoren unverändert beibehalten. Die berichtigte Schreibweise „*Cercidophyllum*“ findet sich, soweit ich feststellen konnte, zuerst in der Gartenflora vom Jahre 1895 bei CLEMEN (1, p. 548) und HESSE (12, p. 591). Sodann wurde sie von POST und KUNTZE (21, p. 112), HENNINGS (11, p. 165) und seit dem Jahre 1915 von FORSTER (3, p. 44), GRAF v. SCHWERIN (28, p. 237) u. a. in d. Mitt. d. deutsch. dendrol. Ges. angewandt. Nachdem auch bei allen Etiketten im Botan. Garten in Dahlem, im Index seminum (16, p. 5) und GRAEBNERs Synopsis (5, 543) die Schreibweise mit dem „o“ zur Anwendung gekommen ist, glaube auch ich ihr den Vorzug geben zu sollen.

Eine treffliche, reich illustrierte Zusammenfassung von allem über den Baum Wissenswertem hat HARMS in d. Mitt. d dendrol. Ges. (10) gegeben. Hier finden sich auch nähere Angaben über Heimat und Kultur. Nachdem *Cercidophyllum japonicum* in den letzten Jahrzehnten auch in Deutschland mit zunehmender Häufigkeit angepflanzt wird, hat sich das Bedürfnis nach einem deutschen Namen des Baumes herausgestellt. Sowohl der von C. K. SCHNEIDER (25, p. 425) vorgeschlagene Name „Japanisches Judasbaumblatt“, wie auch der von H. MAYR (18, p. 461) gebrauchte Name „Kuchenbaum“ hat sich nicht eingebürgert. Mehrfach ist der einheimische Name „Kadsura“ oder „Katsura“ auch bei uns angewendet worden; doch ist diese Bezeichnung, wie U. v. ST. PAUL (20, p. 292) und HARMS (10, p. 83) bemerken, insofern irreführend, als es auch eine Magnoliaceengattung *Kadsura* Kaempf. gibt. Da zu dieser nur Schlingpflanzen und Sträucher gehören, ließe sich wohl die Gefahr von Verwechselungen dadurch beseitigen, daß man für *Cercidophyllum* den deutschen Namen „Katsurabaum“ gebraucht.

Wie SOLEREDER (30, p. 392) zuerst hervorhob, sind die vegetativen Sprosse von *Cercidophyllum* scharf in Lang- und Kurztriebe gesondert. Ihr Aufbau ist von ihm im wesentlichen richtig erkannt worden, wenn auch im einzelnen sich in seiner Darstellung kleinere Irrtümer und Unklarheiten finden. Eine in jeder Beziehung befriedigende Beschreibung der morphologischen Verhältnisse des Katsurabaums gibt erst HARMS (9, p. 273 ff.). — Am Baum überwintern nur Axillarknospen. Jede derselben beginnt mit einem adossierten Vorblatt, auf das drei in die Mediane fallende Blätter in zweizeiliger Anordnung folgen. Von diesen sind zwei noch Niederblätter, während Blatt 4 ein Laubblatt ist. An dieses schließen sich die Anlagen von 2—3 Paaren von dekussiert stehenden Laubblättern an. Die aus den Knospen austreibenden

Langsprosse entwickeln im Sommer 2—10 (meist 3—4) Laubblattpaare. — Wie HARMS (9, p. 273) richtig bemerkt, ist die dekussierte Blattstellung an den Langtrieben die durchaus vorherrschende. Dies geben auch schon SIEBOLD und ZUCCARINI (29, p. 238) in der Gattungsdiagnose treffend mit den Worten an: „Folia decussatim opposita vel rarius subalternantia“. Auch SOLEREDER (30, p. 392), der auf das gelegentliche Auftreten spiraliger Stellung aus systematischen Rücksichten übertriebenen Wert legt, muß zugeben, daß eine solche nur sehr selten zu beobachten ist. Ich gedenke auf diesen Punkt in der dritten Mitteilung noch eingehender zurückzukommen.

Das Austreiben der Blätter begann im letzten Frühling bei den Exemplaren des Botan. Gartens in Dahlem, die ich zu meinen Studien benutzen durfte, in der Zeit vom 10.—15. April. Der Regel nach wachsen, wie bekannt (30, Taf. XXVIII, Fig. 3; 9, p. 276), nur die obersten beiden gegenständigen Knospen der vorjährigen Langtriebe zu neuen Langtrieben aus, wodurch die für den Katsurabaum charakteristische, vorwiegend gabelige Verzweigung zustande kommt. Die jungen Langtriebe entfalteten Mitte Mai das dritte, zumeist schon in der Winterknospe als jüngste Anlage erkennbare Laubblattpaar. Es umschloß die terminale Sommerknospe, in der bereits ein bis zwei neue Blattpaare angelegt waren. Im Laufe des Sommers folgt dann bei den sich gut entwickelnden Langtrieben die Anlage und Entfaltung von weiteren Laubblattpaaren. Stets konnte ich auf Querschnitten durch die Endknospe in geeigneten Entwicklungsstadien feststellen, daß der Scheitel vor der Anlage eines neuen Paares die für die dekussierte Blattstellung charakteristische elliptische Gestalt aufweist, auf die schon SCHUMANN (26, p. 501 und 502) hingewiesen hat. Die jüngsten Blattanlagen, die an den Enden der großen Achse der Ellipse entstehen, haben eine sichelförmige Gestalt und umfassen bald etwa die Hälfte des Stammumfanges. Sie wachsen in ihrem mittleren Teile stark in radialer Richtung, wie ich das für die dekussierte Stellung schon früher (32, p. 284) als eine gewisse Regel hinstellen konnte. Schon in den Blättern des vorletzten Paares beginnt die Differenzierung in Haupt- und Nebenblätter, und zwar sind diese, gleich von ihrer ersten Sonderung an, durch ein vor der Mitte der Lamina liegendes schmales Verbindungsstück zu einem intrapetiolaren Stipulargebilde vereint. Sehr frühzeitig tritt, in den Blattgrund eingesenkt, die junge Axillarknospe hervor, an der sehr bald das adossierte Vorblatt erkennbar ist. Es entsteht als ein durchaus einheitliches Gebilde, so daß kein Grund vorliegt, es als Verwachsungsprodukt zweier transversaler

Vorblätter aufzufassen. Allerdings läßt sich diese vor kurzem von ELISABETH RÜTER (24) auch für die Monokotylen näher studierte Frage in unserem Falle nicht endgültig beantworten, da dem Vorblatt, ebenso wie den beiden folgenden Niederblättern, Axillargebilde völlig mangeln. In der Querschnittsform paßt es sich den Raumverhältnissen vollständig an und zeigt eine zweikielige Gestalt. Es besitzt nur zwei an den Kielstellen stehende Gefäßbündel, keins in der Mitte, wie es die beiden folgenden mit 3 Bündeln versehenen Niederblätter aufweisen. Es muß, die Einheitlichkeit des Gebildes vorausgesetzt, eine vollkommene Verkümmerung der Lamina angenommen werden, noch vollkommener als z. B. bei den Knospenschuppen von *Quercus*, die ja auch Stipulargebilde sind, und bei denen von dem Hauptblatt wenigstens noch ein verkümmerter ganz winziger Rest erkennbar ist. Mechanisch wirkt das zweikielige Vorblatt jedenfalls als einheitliches Gebilde; es nimmt die Stelle ein, die bei der eingesenkten Lage der Knospe die freieste ist, und umfaßt bald mehr als $^3/_4$ des Scheitelumfangs. Es entspricht somit nur der bekannten HOFMEISTERschen Regel (14, p. 485), wenn das nächste Blatt nach vorn fällt. Da auch dieses schon mehr als $^3/_4$ des Scheitelumfangs einnimmt, ehe das folgende Blatt hervortritt, muß dieses — und aus demselben Grunde auch das vierte — die median zweizeilige Anordnung fortsetzen. Das 4. Blatt der Knospe, das sich zu einem Laubblatt entwickelt, verhält sich bei seinem weiteren Wachstum ganz anders als die vorangehenden. Es umfaßt nur etwa die Hälfte des Scheitelumfangs und zeigt bald dieselbe Differenzierung, die ich schon für die primären Laubblätter des diesjährigen Langtriebes beschrieben habe. In seiner Achsel tritt frühzeitig eine Axillarknospe 2. Ordnung auf. Während dieser Differenzierung unterbleibt am Scheitel jede Neubildung, doch nimmt er, durch das sich stark vergrößernde Blatt 4 beeinflußt, eine sich allmählich steigernde querelliptische Gestalt an. Erst Ende Juni traten bei den ältesten diesjährigen Knospen an den Enden der großen Achse der Ellipse gleichzeitig die beiden transversalen Blätter 5 und 5′ hervor; sie haben also gerade die Stellung, die sie nach den Regeln der Anschlußtheorie einnehmen müssen. Hiermit ist das erste Glied der dekussiert gestellten Laubblätter gebildet; das Weiterwachstum des Scheitels vollzieht sich nun ganz ähnlich, wie in der Sommer-Endknospe des Langtriebes. Die Anlage des Blattpaares 6,6′ erfolgte zumeist Mitte Juli. Erst im August wurde dann bisweilen noch ein Blattpaar 7,7′ gebildet, und damit war im wesentlichen der Winterzustand der älteren Knospen erreicht. Die diesjährigen Langtriebe warfen zumeist in der zweiten Hälfte des August ihre Endknospe

oder auch einen längeren Teil des Endsprosses ab. Die beiden Axillarknospen des obersten stehengebliebenen Blattpaares übernehmen dann die Rolle der fehlenden terminalen Winterknospe und sind dazu bestimmt, im nächsten Jahre zu Langtrieben auszuwachsen. Sie sind meistens schon im Herbst etwas kräftiger entwickelt als die übrigen Axillarknospen.

Das Austreiben der sympodial gebauten Kurztriebe erreicht mit der Entfaltung des unpaaren Laubblattes sein Ende. Der Scheitel und die in der Knospe angelegten Blattpaare 5,5′ und 6,6′ starben, ohne sich zu entfalten, in der ersten Hälfte des Mai ab. Die sekundäre Axillarknospe des auswachsenden Laubblattes, an der im Winter nur das adossierte Vorblatt und das nach vorn fallende 2. Niederblatt angelegt ist, hat inzwischen das Wachstum aufgenommen und auch das 3. Niederblatt und das Laubblatt 4 angelegt. Ihre weitere Entwicklung entspricht ganz der der Axillarknospen der älteren Primärblätter an den diesjährigen Langtrieben. Sie ist es, die im folgenden Jahre das Kurztriebsympodium fortsetzt.

Da ein Baum im Arboretum des Dahlemer Gartens im Herbst 1922 reichlich Früchte getragen hatte, konnte ich auch Sämlinge ziehen und untersuchen. Es wurden im Versuchshause des Botanischen Museums Anfang Februar und Mitte März über 300 Samen ausgesät, von denen etwa 25 % (in 5—14 Tagen) keimten. Die jungen Keimlinge sind zunächst hakenförmig gekrümmt, strecken sich aber bald und zeigen dann das Aussehen, wie es Harms (10, p. 83) abbildet. Auf die ungegliederten Kotyledonen folgen in regelmäßiger Dekussation Laubblätter, deren Anlage und Entwicklung in derselben Weise vor sich geht, wie wir sie für die austreibenden Langtriebe kennengelernt haben. Auch die Form der Spreite der Sämlingsblätter stimmt mit der der gegenständigen Primärblätter der Langtriebe insofern überein, als sie stets länger als breit ist, während die der unpaaren Blätter der Langtriebe und die der Kurztriebe meist breiter als lang ist (die Länge vom Ende des Blattstiels bis zur Spitze gerechnet). Nur diese unpaaren Blätter sind es, die in ihrer Gestalt wirklich mit den Blättern von *Cercis siliquastrum* L. große Ähnlichkeit besitzen und zur Bildung des Gattungsnamens unseres Baumes Veranlassung gaben. Die größten der mehrfach umgetopften Sämlinge hatten mehr als 10 Laubblattpaare entwickelt. Einige derselben haben in dem Gewächshause auch jetzt im November noch nicht die Bildung neuer Blätter eingestellt.

Zur Beachtung!

Innerhalb Deutschlands erhalten die Mitglieder die Berichte durch den Postzeitungsvertrieb. Für pünktliche und regelmäßige Zustellung der Berichte ist **die Post verantwortlich.** Beschwerden über Ausbleiben des Heftes (am Ende jeden Monats mit Ausnahme von August und September) sind innerhalb 4 Wochen an die zuständige Poststelle zu richten, welche **zur kostenlosen Nachlieferung** fehlender Hefte **unbedingt verpflichtet** ist. **Bei Wohnungswechsel** ist die Umleitung der Zeitschrift bei dem zuständigen Postamt unter Beifügung einer Umschreibegebühr **unter allen Umständen** zu beantragen, da sonst leicht Hefte verloren gehen können. Zugleich ist der Wohnungswechsel der Mitglieder auch Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15, bekanntzugeben.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Manuskripte für die Sitzungen im Jahre 1924 mit genauer Angabe der Adresse des Absenders und vollständig druckreif an Herrn Geh. Regierungsrat Prof Dr. A. Zimmermann, Berlin-Steglitz, Schildhornstr. 89, zu senden. Den Mitgliedern können kostenlos nur 2 Arbeiten von je 6 Druckseiten in normalem Druck und der Raum einer Seite für Textfiguren in Strichätzung jährlich zugestanden werden. Alle Mehrkosten, die durch Ueberschreiten der im Vorstehenden festgesetzten Bedingungen entstehen, insbesondere auch die Kosten für Petitdruck im Text, Druck von Tabellen und Autorkorrekturen, sind vom Autor zu tragen. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke und Korrekturen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen sind zu senden an Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1924.

Für die Generalversammlung: G. Haberlandt, Präsident; C. Correns, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: A. Zimmermann, Vorsitzender; H. Harms, 1. Stellvertreter; R. Pilger, 2. Stellvertreter; B. Leisering, 1. Schriftführer; K. Snell, 2. Schriftführer; F. Herrig, 3. Schriftführer; Schatzmeister: E. Tiegs.

Redaktionskommission: A. Zimmermann, B. Leisering, K. Snell, F. Herrig, A. Engler, H. Miehe, C. Correns.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): L. Diels, R. Kolkwitz, F. Duysen, H. Miehe, M. Burret.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Werden mehr als 50 Abzüge gewünscht, so muß die Bestellung der Ueberzahl vor der letzten Korrektur erfolgen; die Kosten für die Mehrabzüge werden besonders berechnet und sind vom Verfasser zu tragen.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68.

BAND XLI. JAHRGANG 1923. HEFT 10.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

AUSGEGEBEN AM 24. JANUAR 1924.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a.
1924.

Made in Germany

Bitte beachten Sie die 2. Umschlagseite!

Inhaltsangabe zu Heft 10

Nächste Sitzung der Gesellschaft **Freitag, den 25. Januar 1923,** abends **7** Uhr, im **Hörsaal des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität, Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Straße 1.

Mitgliedsbeitrag.

Der Beitrag für 1924 beträgt für die in **Deutschland** wohnenden Mitglieder vorläufig **10 Rentenmark. Alle anderen** Mitglieder bezahlen entweder **4,5 Dollar** oder den entsprechenden Gegenwert in ihrer Landeswährung.

Mit Rücksicht auf den Rückgang des Einkommens fast aller deutschen Mitglieder auf 40 % des Friedensstandes (von 1914) ist zweimalige Teilzahlung gegen einen Kostenzuschlag von **1,20 Rentenmark** gestattet.

Langjährigen und wirtschaftlich schwachen Mitgliedern kann der Vorstand auf schriftlichen Antrag eine andere, von der vorstehend festgelegten abweichende Zahlungsweise einräumen.

Die Mittel der Gesellschaft erlauben nur den Druck von soviel Exemplaren, wie durch die tatsächlich einlaufenden Mitgliedsbeiträge gedeckt werden. Es ist daher unbedingt erforderlich, daß die **Beiträge von den in Europa wohnenden Mitgliedern bis 31. Januar 1924** und **von den übrigen Mitgliedern bis 15. März 1924** hier eingegangen sind. Bei Teilzahlungen ist die letzte Rate am 31. Juli 1924 fällig. Wer zu den gesetzten Terminen nicht bezahlt oder die Teilzahlung nicht geleistet hat, kann keinen Anspruch auf spätere Lieferung der Berichte geltend machen, die wegen der notgedrungenen Beschränkung der Auflage ja auch unmöglich ist.

Für das Jahr 1923 sind infolge der katastrophalen Markentwertung die Geldmittel der Gesellschaft soweit erschöpft, daß der Druck des **Generalversammlungsheftes** aus ihnen nicht mehr bestritten werden kann. Es ist deshalb eine **Nachzahlung** von **2,10 Rentenmark** von den in **Deutschland** wohnenden Mitgliedern leider nicht zu umgehen, ebensowenig wie für die **außerhalb** Deutschlands wohnenden Mitglieder, die einen **Gegenwert** von ½ **Dollar** in ihrer **Landeswährung** zu zahlen haben. Von dieser Nachzahlung sind befreit die Mitglieder in Amerika, England, Holland, Japan, Schweiz und Schweden. Nur nach Zahlung dieses Betrages zu den oben angegebenen Terminen (31. 1. bzw. 15. 3. 1924) kann das Generalversammlungsheft zugeschickt werden.

Jede freiwillige Erhöhung der oben genannten Beiträge wird mit größtem Danke begrüßt werden.

Bei der Einsendung der Beiträge bitten wir **nur** diejenige Adresse angeben zu wollen, die für die Zusendung der Berichte maßgebend sein soll. Die Zusendung der Berichte geschieht auf Gefahr des Empfängers. Erfüllungsort ist Berlin.

Alle Geldsendungen aus Deutschland werden franko erbeten auf das Postscheckkonto der „Deutschen Botanischen Gesellschaft E. V. Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“.

Alle Geldsendungen aus dem Auslande werden franko erbeten an den Schatzmeister: Dr. E. Tiegs, Berlin-Steglitz, Bismarckstraße 66, an den man auch alle auf die Bezahlung der Beiträge bezüglichen Schriftstücke senden wolle. Diese Auslandszahlungen erbitten wir **nur in Noten**, bei Einsendung von Schecks tritt ein Zuschlag von 10 % hinzu. Dieser Zuschlag entspricht dem Betrage, den die Gesellschaft für das Einlösen dieser Schecks bezahlen muß.

Achtung! *Mitgliedsbeiträge und* ***Nachzahlung*** *bitte* ***umgehend einzusenden,*** *da bei verspäteter Einsendung eine* ***Nachlieferung*** *der inzwischen erschienenen Hefte und des Generalversammlungsheftes* ***unmöglich*** *ist. Näheres siehe 2. Umschlagsseite!*

Dieses Heft geht den in Deutschland wohnenden Mitgliedern ausnahmsweise als besondere Drucksache zu. Die Zustellung des nächsten Heftes (Ende Februar) erfolgt dagegen wie gewöhnlich wiederum durch das Postzeitungsamt.

Sitzung vom 28. Dezember 1923.

Vorsitzender: Herr H. MIEHE.

Der Vorsitzende macht Mitteilung von dem Hinscheiden zweier Mitglieder; Herr

Hubert Sieben,

Techniker des Botan. Instituts in **Bonn**, ist im Frühjahr 1923 verstorben; Herr Professor Dr.

Carl Osterwald

ist am 13. Dezember 1923 in seinem 71. Lebensjahre aus dem Leben geschieden.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen von ihren Plätzen.

Das Ergebnis der Wahlen von Präsidenten und Ausschußmitgliedern für das Jahr 1924 wird vom Vorsitzenden mitgeteilt. Die bis zum 1. Dezember eingelaufenen Briefe wurden von den Herren H. MIEHE und B. LEISERING geöffnet; 75 gültige Stimmzettel waren eingegangen. Mit nur ganz geringer Zersplitterung der Stimmen sind entsprechend den Vorschlägen der Wahlkommission folgende Herren gewählt worden:

Zum Präsidenten: G. HABERLANDT-Berlin.

Zum Stellvertreter des Präsidenten: C. CORRENS-Berlin.

Zu Ausschußmitgliedern: A. ERNST-Zürich, H. ROSS-München, H. SCHELLENBERG-Zürich (inzwischen verstorben), A. WAGNER-Innsbruck, C. WEBER-Bremen, J. BUDER-Greifswald, H. BURGEFF-Göttingen, C. CLAUSSEN-Marburg, O. RENNER-Jena, FR. WEBER-Graz, E. JAHN-Hann.-Münden, F. KNOLL-Prag, W. RUHLAND-Leipzig, S. V. SIMON-Bonn, H. WINKLER-Breslau.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Bergdolt, Ernst Friedrich, cand. rer. nat. in **München,** Nymphenburger Straße 207 I (durch K. V. GOEBEL und E. ESENBECK),

Sapěhin, Dr. **A. A.,** Professor in **Odessa,** Institutskaja 9, Verwaltung d. l. Versuchsstationen im Odessaer Gebiet (durch H. MIEHE und A. ENGLER),

Unger, Dr. phil. **Wilhelm,** Apothekenbesitzer in **Würzburg,** Semmelstraße 31 (durch H. KNIEP und A. TH. CZAJA),

Wiesemann, Christian, Garteninspektor in **Bonn,** Botanischer Garten der Universität (durch H. FITTING und S. V. SIMON).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt folgende Damen und Herren:

Beikirch, Herbert, Apotheker in **Braunschweig,**
Frey, Frl. **Lucy** in **Riga,**
Jackel, Anton, Oberlehrer in **Schweinfurt,**
Komarnitzky, N., Assistent in **Moskau,**
Ludwig, Dr. **Oskar,** Assistent in **Göttingen,**
Petersen, Karl, Mittelschullehrer in **Lübeck,**
Schmucker, Dr. **Theodor,** Assistent in **Göttingen,**
Thielmann, Frl. **Marie,** Assistentin in **Riga,**
Wegewitz, W., Lehrer in **Ahlerstedt,**
Wulff, Dr. **Alfred,** Kustos in **Helgoland.**

Es wird gebeten, Adressenänderungen, die im Generalversammlungsheft Berücksichtigung finden sollen, spätestens bis zum 15. Februar 1924 einzusenden an Prof. Dr. B. LEISERING, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15.

Mitteilungen.

64. A. Weisse: Blattstellungsstudien an Cercidophyllum japonicum. II. Die Blütensprosse.

(Eingegangen am 17. November 1923. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

Wie schon SOLEREDER (30, p. 393) erkannte, haben die Blütensprosse von *Cercidophyllum* im wesentlichen denselben Bau wie die vegetativen Kurztriebe. Die äußeren Unterschiede, die er für beide angibt, sind nicht stichhaltig. Auch vegetative Kurztriebe können ebensolche sichelförmig gekrümmten Sympodien bilden, wie er es für die reproduktiven beschreibt. Auch „die Verteilung der blühenden Kurztriebe an den Langtrieben ist", wie HARMS (9, p. 277) hervorhebt, „an keine Regel gebunden. Es können alle Kurztriebe eines Langtriebes blühen, es kann aber auch an demselben Langtrieb blühende und nichtblühende Paare geben, oder es kann von einem Paar der eine Trieb blühen, der andere nicht. . . . Man beobachtet blühende Kurztriebe sowohl an den einjährigen, d. h. im vorigen Jahre gebildeten Langtrieben, wie an zwei- oder mehrjährigen Langtrieben." An dickeren Ästen und am Stamme hat HARMS keine Blüten gesehen. Äußerlich sind vegetative und reproduktive Knospen kaum zu unterscheiden; allenfalls sind letztere ein wenig dicker (9, p. 278). Alle diese Beobachtungen von HARMS kann ich vollständig bestätigen. Hinzufügen möchte ich nur, daß, wie ich feststellen konnte, in aufeinander folgenden Jahren dieselben Sprosse wieder blühen können oder auch nicht.

Cercidophyllum ist bekanntlich zweihäusig. Seine systematische Stellung war zunächst zweifelhaft (29, p. 238); von MAXIMOWICZ (17, p. 367), PRANTL (22, p. 23) u. a. wurde es zu den Trochodendraceen, von SOLEREDER (30, p. 389) und HALLIER (6, p. 247) zu den Hamamelidaceen gestellt. VAN TIEGHEM (31, p. 274) hat die Gattung als Repräsentantin einer eigenen Familie, der Cercidiphyllaceen, angesehen, die mit den Piperales verwandt sei. HARMS (9, p. 280) erkennt die Aufstellung einer eigenen Familie an, reiht sie aber wieder den Ranales ein, da die Balgfrucht und das Vorhandensein eines adossierten Vorblattes in der vegetativen Region für diese Verwandtschaft spricht. Hat doch

ROB. E. FRIES (4, p. 293) gerade in dem Vorhandensein dieses Monokotylencharakters bei den gleichfalls zu den Ranales gehörigen Anonaceen eine Stütze für die Ansicht gefunden, „daß die Polycarpicae oder besser vielleicht ausgestorbene dahingehörige Typen als die nächsten Stammväter der Monokotyledonen zu betrachten sind“.

Bei den weiblichen Blütenknospen folgen auf die 3 Niederblätter und das nach vorn fallende einzige Laubblatt, die sich in nichts von denen der vegetativen Kurztriebknospen unterscheiden, 2—4 gegenständige Hochblätter, die beim Austreiben durch einen etwa 5 mm langen Stiel emporgehoben werden; meistens sind es 4, und man beobachtet „in jüngeren Stadien deutlich, daß die transversalen etwas tiefer stehen als die medianen, die von jenen am Rande gedeckt werden; dann haben wir gewöhnlich 4 Karpelle. Sind nur 2 Karpelle vorhanden, so haben wir nur 2 transversale Hochblätter, oder es sind auch die medianen in verkümmerter schmaler Form entwickelt. Beim Vorhandensein von 3 Karpellen stehen fast stets 2 deutlich transversal, das 3. dagegen auf der Hinterseite des Sprosses, d. h. auf der vom Laubblatt abgewandten Seite.“ Diesen Angaben von HARMS (9, p. 278) habe ich nur hinzuzufügen, daß man in der Knospenlage auch leicht konstatieren kann, daß bei 4 Karpellen stets die beiden transversalen weiter außen als die medianen inseriert sind. Sie bilden also nicht „einen Cyclus“, wie es SOLEREDER (30, p. 390) angibt. Ferner beobachtete ich, daß von den beiden median gestellten Karpellen meistens das vordere etwas kleiner ist. Man findet bei diesem alle Übergänge von vollkommener Entwicklung bis zu starker Verkümmerung oder ganzem Fortfall. Auch beim Vorhandensein von 3 Karpellen stehen die beiden transversalen stets weiter von der Mitte der Achse ab als das mediane. — Während die ♀ Kurztriebe früher für Einzelblüten gehalten wurden, hat SOLEREDER (30, p. 390) zuerst ihre Blütenstandsnatur behauptet. Er wurde hierzu durch die anomale Stellung des die Plazenta nach außen kehrenden Fruchtblattes veranlaßt. Auch HARMS, der früher (7, p. 158) das fragliche Gebilde für eine Einzelblüte hielt, hat es später (8, p. 110; 9, p. 280) als Infloreszenz anerkannt. Sie besteht aus 2—6 nackten weiblichen Blüten, deren jede in der Achsel eines kleinen Hochblattes steht. Sprechen schon die oben geschilderten Stellungsverhältnisse bei 4 Karpellen für diese Auffassung, so noch mehr die von HARMS (9, p. 279, Abb. 1) für 5 und 6 Karpelle angeführten Beobachtungen. „Sind nämlich 6 Karpelle entwickelt, so läßt sich meist recht deutlich nachweisen, daß die Hochblätter sowohl wie die Karpelle

in 3 gekreuzt gegenständigen Paaren dicht übereinander stehen; es entspringen dann die Hochblätter des 3. Paares innerhalb der Karpelle des 1. transversalen Paares. Das 3. Paar ist oft aus der genau dekussierten Stellung ein wenig verschoben, doch läßt sich das Anordnungsprinzip noch erkennen. Bei 5 Karpellen kann man auch beobachten, daß die 5. Braktee etwas schief innerhalb der transversalen Karpelle steht." — Die schon erwähnte Anomalie in der Stellung der Karpelle, die nach außen gerichtete Plazenta, wird nach HARMS (9, p. 281) durch den Vergleich mit dem Bau der vegetativen Knospe einigermaßen verständlich, „denn es ergibt sich dann, daß das Karpell dieselbe Stellung einnimmt wie das adossierte Vorblatt einer in der Achsel eines Hochblattes stehenden Knospe, und ein solches Vorblatt steht mit dem Rücken nach der Achse zu, mit den freien Rändern nach dem stützenden Hochblatt zu. Es ist also das Karpell gewissermaßen ein fruchtbar gewordenes adossiertes Vorblatt." Dieser Auffassung von HARMS kann ich mich nicht anschließen. Zunächst spricht dagegen die Verschiedenheit im anatomischen Bau beider Organe. Während das adossierte Vorblatt kein medianes, sondern nur zwei seitliche Gefäßbündel besitzt, hat das Fruchtblatt deren drei, und zwar ist gerade das mittelste das stärkste. Es hat also denselben Bau wie das 2. und 3. Niederblatt. Seiner Stellung wegen aber könnte es nur mit dem 3. Niederblatt verglichen werden. Ferner finden wir in der Reihe der Ranales allgemein den hermaphroditen Blütenbau als den primären, den diklinen als den abgeleiteten. Man kann sich aber keine hermaphrodite Blüte denken, bei der das Fruchtblatt aus dem 1. Niederblatt hervorgegangen sein könnte. Vielleicht ließen sich diese Bedenken dadurch beseitigen, daß man sich die Blüten von *Cercidophyllum* aus einer hermaphroditen Blüte abgeleitet denkt, die nach einem adossierten Vorblatt ein nach vorn fallendes Staubblatt und ein nach hinten fallendes Karpell besessen haben müßte. Dann müßten bei der ♀ Blüte das adossierte Vorblatt und das Staubgefäß, bei der ♂ Blüte das adossierte Vorblatt und das Fruchtblatt als abortiert angenommen werden. Meine Hoffnung, für diese rein theoretische Spekulation etwa auch entwicklungsgeschichtliche Anhaltspunkte auffinden zu können, ist dadurch fehlgeschlagen, daß in diesem Herbst die Katsurabäume des botanischen Gartens anscheinend überhaupt keine Blütenknospen angelegt haben. Jedenfalls habe ich, trotz planmäßigen Suchens, keine auffinden können. Vielleicht kann ich diese Lücke in kommenden, für die Entwicklung des Baumes günstigeren Jahren noch ausfüllen. Daß das abnorme Wetter dieses Jahres auch sonst für den Baum ungünstig

war, zeigte sich auch darin, daß heuer die Fruchtansätze früher oder später abfielen.

Die männlichen Blütensprosse sind aus Analogie gleichfalls als Infloreszenzen aufzufassen (SOLEREDER, 30, p. 392). Ist meine Hypothese richtig, so müßte jedes Staubblatt als eine nackte Blüte angesehen werden. Jedenfalls sprechen die bisherigen Beobachtungen nicht gegen diese Annahme. Ich habe ♂ Knospen im März d. J. untersucht, als sie noch ganz geschlossen waren. In Übereinstimmung mit HARMS konnte ich feststellen, daß sie zumeist 2 transversale kleine Hochblätter besitzen, selten auch 2 mediane, die dann noch erheblich kleiner sind. Die Stellung der zahlreichen (16—35) Staubgefäße auf dem leicht vorgewölbten Blütenboden ist eine regellose, von Fall zu Fall variierende. Die Staubfäden sind frei und lassen keine Gruppierung erkennen, nach der etwa mehrere Staubblätter als zu einer Blüte gehörig zusammengefaßt werden müßten, sondern zeigen eine gleichmäßige Verteilung. Auch die Gestalt und Fächerung der Antheren weist auf gleichartige Stellung der Staubblätter hin, und zwar sind die größeren Theken stets nach außen gerichtet. So sind nur zwei Annahmen zulässig: Entweder muß man den ganzen ♂ Sproß als eine Blüte mit zahlreichen Staubblättern ansehen, was gegen die Analogie bei dem ♀ Sproß verstößt, oder aber jedes Staubblatt muß als eine nackte Blüte gelten. Nur 2 (oder 4) dieser Blüten sind als die Achselprodukte ebensovieler Hochblätter aufzufassen, bei allen übrigen muß auch das Tragblatt als abortiert angesehen werden. — In allen von mir untersuchten ♂ Knospen kann man die Insertionsstellen der Staubblätter ein Stück weit durch Parastichen verbinden, dann aber hören die einen Parastichen auf, und andere treten hervor, so daß die Stellung nur als regellos zu bezeichnen ist. Es handelt sich also um ganz ähnliche Stellungen, wie sie SCHWENDENER (27, p. 75) für Aroideenblüten u. a. beschrieben und durch die sprungweise Abnahme der relativen Größe der Organe erklärt hat. Auch in unserem Falle treffen die Voraussetzungen für eine solche Erklärung vollständig zu.

Literaturverzeichnis.

1. CLEMEN, Bespr. v. SARGENTs For. Fl. of Jap. (Gartenfl., XLIV., 1895, p. 548–550.)
2. DURAND, TH., Index gen. phang., Bruxell. 1888.
3. FORSTER, HUGO V., Üb. d. Gedeih. ausländ. Bäume. (Mitt. deutsch. dendrol. Ges., XXIV., 1915, p. 38–45.)
4. FRIES, ROB. E., Ein unbeacht. gebl. Monokmerkm. b. einig. Polycarp. (Ber. deutsch. bot. Ges., XXIX., 1911, p. 292–301.)

5. GRAEBNER, P., Synops. d. mitteleurop. Fl., 107. Lief. (V., 2. Bog. 31–35,) Lpz. 1923, p. 544 ff.
6. HALLIER, HANS, Üb. d. Umf. etc. d. Hamameldc. (Beih. z. Bot. Centrbl., XIV., 1903, p. 247–260.)
7. HARMS, H., Trochodendrc. (ENGL.-PRANTL, Nat. Pflznfam. Nachtr. 1897, p. 158–159.)
8. —, Trochodendrc. (ibid. Nachtr. III, 1906, p. 110–111.)
9. —, Üb. d. Blütenv. etc. d. Gatt. *Cercidiph.* (Ber. deutsch. bot. Ges., XXXIV., 1916, p. 272–283.)
10. —, Zur Kennt. d. Gatt. *Cercidiph.* (Mitt. deutsch. dendrol. Ges., XXVI., 1917, p. 71–87.)
11. HENNINGS, P., Fungi jap. VI. (ENGL. Bot. Jahrb., XXXVII, 1905, p. 156–166.)
12. HESSE, H. A., *Tilia Miqueliana.* (Gartenfl., XLIV., 1895, p. 591–592.)
13. HOFFMANN, J. et SCHULTES, H., Noms indigènes d'un ch. de pl. du Jap. et de la Chine. (Paris, 1853. Extr. No. 10 de l'Année 1852 du Journ. Asiatiq.)
14. HOFMEISTER, WILH., Allg. Morph. (Handb. phys. Bot., I. Bd., 2. Abtl.) Lpz. 1868.
15. JACKSON, Index Kewensis, I. Oxonii 1893.
16. Index seminum i. Hort. Bot. Berol.-Dahl. anno 1922 coll. (Notizbl. bot. Gart. u. Mus. z. Berl.-Dahlm., App. XXXVII. Ausgeg. 29. 1. 1923.)
17. MAXIMOWICZ, C. J., Diagn. brev., Dec. X. (Mél. biol. Bull. Acad. sc. St. Pétersb., VIII., 1872, p. 367–421. [Bull., XVII., 1871, p. 142–180.])
18. MAYR, HEINR., Fremdl. Wald- u. Parkb. Bln. 1906.
19. MIQUEL, F. A. GUIL., Prolusio flor. Jap., V. (Ann. Mus. bot. Lugd.-Batav., III., 1867, p. 91–209.)
20. ST. PAUL, U. v., Ergebn. d. Anbauvers. m. fremdl. Holzart. (Mitt. deutsch. dendrol. Ges., X., 1901, 2. Aufl., 1910, p. 281–296.)
21. POST, TOM V., et OTTO KUNTZE, Lexic. Gen. Phang., Stuttg. 1904.
22. PRANTL, K., Trochodendrc. (ENGL.-PRANTL, Nat. Pflznfam. III. Teil, 2. Abtl., 1891, p. 21 ff.)
23. REHDER u. WILSON in SARGENT, Plant. Wilson., part. III, Cambr. 1913, p. 316–317.
24. RÜTER, ELISAB., Üb. Vorblattbild. b. Monokot. (Flora, CX., 1918, p. 193 bis 261.)
25. SCHNEIDER, C. K., Ill. Hndb. d. Laubholzk. I. Jena 1906.
26. SCHUMANN, K., Neue Unters. üb. d. Blütenanschluß. Lpz. 1890.
27. SCHWENDENER, S., Mech. Th. d. Blttst. Lpz. 1878.
28. SCHWERIN, FRITZ Graf v., D. buntbl. Geh. etc. (Mitt. deutsch. dendrol. Ges., XXIX., 1920, p. 235–239.)
29. SIEBOLD et ZUCCARINI, Fl. Jap. fam. nat. Sect. altera. (Abh. II. Cl. Akad. Wiss. IV. B. Abt. III, München 1846, p. 125–240.)
30. SOLEREDER, HANS, Z. Morph. u. Syst. Gatt. *Cercidiph.* (Ber. deutsch. bot. Ges., XVII., 1899, p. 387–406.)
31. THIEGHEM, PH. VAN, Sur l. Dicot. du groupe d. Homoxyl. (Journ. de bot., XIV., 1900, p. 259 ff.)
32. WEISSE, ARTH., Neue Beitr. z. mech. Blttstl. (Jahrb. wiss. Bot., XXVI., 1894, p. 236–294.)

65. A. A. Sapěhin: Zum Gesetz des Ertrages.

(3. vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 23. Juni 1923. Vorgetragen in der Julisitzung.)

In meiner 2. Mitteilung[1]) habe ich die folgende Gleichung für die Ertragshöhe *V* einer Pflanze als Funktion der ihr zur Verfügung stehenden Elektrolytmenge *p* aufgestellt:

$$V = V_1 p^{\lambda} \ldots\ldots (1),$$

wo λ meist kleiner als 1 und größer als 0 ist.

Dazu war ich auf Grund von BANKROFTs Dissoziationsgleichung gekommen.

Seitdem habe ich das Glück gehabt, nach 8jähriger Unterbrechung einige der wichtigsten botanischen und physikochemischen Arbeiten zu bekommen, die mir erlauben, etwas tiefer in die Sache einzugehen.

In der Gleichung (1) erkenne ich jetzt die Adsorptionsisotherme.

Physikochemische sowie biochemische Arbeiten der letzten Jahre zeigen ganz klar, daß die Adsorption die Hauptrolle bei der Nährstoffaufnahme durch Pflanzenwurzeln spielt. Dies zeigt speziell eine Arbeit von PANTANELLI[2]): Nach ihm nehmen die Pflanzenwurzeln Elektrolyten in der Form von Ionen und gemäß der Adsorptionsisotherme auf. In derselben Weise können wir auch die Angaben von PFEIFFER und RIPPEL[3]) über den Kalkphosphorsäurefaktor in der Pflanzenasche interpretieren.

Dafür sprechen auch die Angaben von E. A. MITSCHERLICH über den Phosphorsäuregehalt von Pflanzen als Funktion der Phosphatdüngungskonzentration[4]).

Nun zeigen viele biochemische Arbeiten, besonders die von O. WARBURG, immer klarer, daß die Assimilationsreaktionen, die also zur Anhäufung der Pflanzenmasse führen, sich an der inneren Oberfläche der Zellkolloide abspielen und somit der Adsorptionsisotherme in ihrem Verlauf gehorchen. Elektrolyten sollen dabei direkt oder indirekt (als konstitutionelle Bestandteile von zusammengesetzten Katalysatoren), wenigstens z. T., katalytisch wirken.

---

1) Arbeiten d. Odessaer Versuchsst. f. Pflanzenzüchtung. VIII. 1923

2) Jahrb. f. wiss. Bot. 1915.

3) Journ. f. Landw. 1921.

4) Landw. Jahrb. 1912 und 1916.

Dies alles führt zu der Annahme, daß die Ertragsgleichung (1) als von der Adsorptionsisotherme stammend zu betrachten sei.

Zum Beweis der Gültigkeit meiner Produktionsgleichung (1) habe ich einige Beispiele in meiner 2. Mitteilung (l. c.) gegeben. Hier führe ich ein neues Beispiel an nach den sehr genauen Untersuchungen von GÓRSKI[1]) (Tab. 1). (p_0 ist hier gleich etwa 2 *cg N*, der im Boden selbst gewesen war; gibt man diese Größe den p zu, so ändert dies nichts an der Sache, nur wird dann λ etwas höher.)

Tab. 1. M. GÓRSKI. Hafer. Chilisalpeter.

Np (1 = 5 cg)	$V = 14{,}84\,p^{0{,}24657}$ berechnet	gefunden
0 = ca. 0,4	11,86	11,86
1	14,84	14,84
2	17,61	17,29
4	20,89	21,48
8	24,78	24,42

Ein weiteres Beispiel gibt Tab. 2[2]):

Tab. 2. E. A. MITSCHERLICH. Buchweizen. $Ca_3(PO_4)_2$.

p gr	$V = 31{,}87\,p^{0{,}15104}$ berechnet	gefunden
0,15	23,9	23,9
0,4	27,7	27,5
0,9	31,4	31,2
4,0	39,3	39,3

In dieser einfachen Form gilt die Ertragsgleichung nur für ein verhältnismäßig enges Intervall und für physiologisch genügend ausbalanzierte Elektrolytgemische. Im allgemeinen haben wir jedoch auch mit den Faktoren, die ertragserniedrigend wirken, zu tun. Dies kann hauptsächlich auf zwei Wegen zustande kommen: erstens durch hemmende Wirkungen und zweitens durch dissimilationsbeschleunigende.

Nach allen diesbezüglichen Angaben, welche in so großer Fülle in FREUNDLICHs Kapillarchemie (2. Aufl.) gesammelt sind[3]), dürfen wir erwarten, daß auch die ertragserniedrigenden Wirkungen von Elektrolyten der Potenzgleichung gehorchen werden.

---

1) Vers.-St. 1919.

2) MITSCHERLICH, l. c., 1916, 357.

3) S. auch die Arbeit von O. WARBURG: Phys. Chemie d. Zellatmung. Bioch. Zeitschr. 1921. Diese Arbeit ist mir nach einem Referat in der Zeitschr. f. Bot. bekannt.

So können wir den Ertrag V als eine Differenz zwischen ertragsanhäufenden und ertragserniedrigenden Wirkungen von Elektrolyten darstellen:

$$V = f(p) - S(p) \ldots\ldots (2)$$

und gemäß dem oben Gesagten:

$$V = Kp^{\lambda} - Cp^{l} = (V_1 + C)p^{\lambda} - Cp^{l} \ldots\ldots (3).$$

Beispiele:

Tab. 3. Mitscherlich. Hafer. Thomasmehl T.

p gr	$V = 74\,p^{0,7048} - 16,2\,p^{1,31552}$ berechnet	gefunden	nach Mitscherlich
0,197	21,7	22,6	21,8
0,395	33,7	34,0	31,1
0,79	50,8	52,8	46,2 !
1,58	72,6	70,5	65,3 !
3,16	92,9	90,2	81,6 !
6,32	88,2	88,4	88,1

Tab. 4. Mitscherlich. Hafer. $Ca_3(PO_4)_2$.

p gr	$V = 105\,p^{0,40369} - 60\,p^{0,51927}$		nach Mitscherlich	
	berechnet	gefunden	1)	2)
0,5	37,5	36,4	36,9	35,6
1	44,5	48,7±2,4	50,9	47,6
2	52,7	52,6	61,5 !	55,1
4	60,6	67,7±4,1	64,8	56,9
8	66,5	67,2	65,0	57,0
16	68,4	63,8±1,8	65,0	57,0
64	42,4	46,0±1,6	65,0 ! !	57,0

Tab. 5. Mitscherlich. Hafer. $CON_2H_4 \cdot HNO_3$.

p	$V = 5\,p^{1,94645} - 1,8\,p^{2,34679}$ berechnet	gefunden
1	3,2	3,6
2,5	14,3	13,0
6	42,9	43,9
12,5	7,0	6,9

Besonders interessant sind die Versuche von Mitscherlich[3]), in denen wir mit den bekannten physiologischen Antagonismen zu tun haben. (Mitscherlich selbst spricht da über „Unregelmäßigkeiten“ oder über „physiologische Reaktionen“.)

1) Landw. Jahrb. 1916, 365 u. 389

2) Zeitschr. f. Pflanzenernährung. 1922. I, 75.

3) Landw. Jahrb. 1916, 1919 u. a.

Tab. 6. MITSCHERLICH. Hafer. $NH_4NO_3 + KCl$.

KCl \ NH_4NO_3	1	2,5	6,25
0	31,2	27,5	13,1
1	29,2	47,1	36,5
2,5	18,6	56,3	51,9
6	14,2	53,5	62,9

KCl = 0 NH_4NO_3 p	$V = 32 - 1{,}1\,p^{1{,}54407}$ berechnet	gefunden
1	30,9	31,2
2,5	27,5	27,5
6,25	13,4	13,1

$NH_4NO_3 = 0$ KCl p	$V = 36 - 9{,}24\,p^{0{,}51364}$ berechnet	gefunden
1	26,8	29,2 ± 1,6
2,5	21,2	18,6 ± 1,2
6	12,8	14,2

KCl = 1 NH_4NO_3 p	$V = 30\,p^{0{,}57978} - 0{,}544\,p^{2{,}44493}$ berechnet	gefunden
1	29,5	29,2
2,5	45,9	47,1
6,25	38,8	36,5

KCl = 2,5 NH_4NO_3 p	$V = 20\,p^{1{,}34733} - 0{,}623\,p^{3{,}10551}$ berechnet	gefunden
1	19,4	18,6
2,5	58,0	56,3
6.25	51,2	51,9

KCl = 6 NH_4NO_3 p	$V = 15\,p^{1{,}51676} - 0{,}6\,p^{3{,}10551}$ berechnet	gefunden
1	14,4	14,2
2,5	49,9	53,5 ± 1,8
6,25	63,7	62,9

Tab. 7. MITSCHERLICH. Hafer. $K_2SO_4 + NH_4NO_3$.

$K_2SO_4 = 0$ NH_4NO_3 p	$V = 49{,}5\,p^{0{,}47039} - 15{,}5\,p^{1{,}15203}$ berechnet	gefunden
1	34,0	34,1
2,405	32,2	29,8 ± 1,1
4,81	8,9	8,2

$NH_4NO_3 = 1$ K_2SO_4 p	$V = 60\,p^{0{,}24694} - 17\,p^{0{,}50775}$ berechnet	gefunden
1	43,0	42,8
2,3825	47,9	47,0
5,368	51,0	50,7
23,856	46,3	46,4

$NH_4NO_3 = 2{,}4$ K_2SO_4 p	$V = 68\,p^{0{,}25104} - 16\,p^{0{,}53566}$ berechnet	gefunden
1	52,0	50,2
2,3825	59,1	60,5
5,368	64,3	65,4
23.856	63,3	63.9

$NH_4NO_3 = 4{,}8$ K_2SO_4 p	$V = 60\,p^{0{,}40282} - 21\,p^{0{,}61756}$ berechnet	gefunden
1	39,0	37,7
2,3825	49,2	50,3
5,368	58,8	59,1
23.856	66,5	65,1

Wie die angeführten Beispiele zeigen, ist die Gültigkeit der aufgestellten Produktionsgleichung (3) ganz genügend.

Bemerkenswert ist, daß l oft höher als 1 ist: Dies kann mit einer Änderung des Dispersitätsgrades von Pflanzenkolloiden (und darum mit einer Hemmung oder Erhöhung der Geschwindigkeit der Assimilations- oder Dissimilationsreaktionen) in Zusammenhang stehen[1]).

Odessa, Vers.-Station für Pflanzenzüchtung, 11. VI. 1923.

66. E. Jahn: Myxomycetenstudien.

XI. Beobachtungen über seltene Arten.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 20. Oktober 1923. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

a) *Spumaria solida* Sturgis und der Gattungsname *Mucilago*.

Am Stienitzfließ, nicht weit vom Bahnhof Strausberg, liegt eine Sägemühle, bei der gewöhnlich Mengen großer Baumstämme lagern. Bei einem Ausfluge von Berlin aus am 12. X. 1919 fielen uns auf den Pappelstämmen große Fruchtkörper von *Pholiota destruens* auf. Als ich einige abnehmen wollte, fand ich zwischen ihnen versteckt faustgroße Äthalien eines Myxomyceten, dem Anschein nach irgendeine Form von *Fuligo septica*. Da die anwesenden Bryologen OSTERWALD und LOESKE darauf hinwiesen, daß die Moose auf manchen Stämmen fremd seien und eine weite Herkunft des Holzes verrieten, nahm ich ein Äthalium mit. Bei der Untersuchung des trockenen Fruchtkörpers fiel mir sogleich die schwarze Farbe der Sporenmasse auf. Die mikroskopischen Merkmale zeigten, daß kein *Fuligo* vorlag, sondern eine *Spumaria* mit riesigen Fruchtkörpern. Ich erinnerte mich jetzt des Berichts von STURGIS (1907), der in Colorado eine merkwürdige Form von *Spumaria* gefunden hatte: „at first sight they would unhesitatingly be placed under *Fuligo septica*, judging only by the habit and gross appearence". Der Vergleich zeigte, daß es tatsächlich dieselbe Form war.

Vor einiger Zeit sah ich mir die Fruchtkörper von *Fuligo septica* var. *candida* durch, die ich im Laufe der Jahre bei Berlin gesammelt hatte. Dabei kamen mir einige Stücke wieder in die Hand, die aus dem Jahre 1906 stammten, und die damals zurückgelegt waren, weil ich erst mehr Material dieser lange verkannten

1) S. FREUNDLICHs Kapillarchemie, 607 u. 624.

Form von *Fuligo* zusammenbringen wollte. Ich erinnere mich noch, daß aus der Borke einer absterbenden Pappel am Wege vom Bahnhof Jungfernheide zum Walde große weiße Plasmodien herauskamen, die zum Teil schon reife, von einer weißen Kalkkruste bedeckte Äthalien geliefert hatten. Sie gaben also ganz das Bild einer großen *Fuligo candida.* Das eine war jetzt nach so viel Jahren etwas beschädigt und zeigte im Innern die schwarzen Sporen. Es war auch *Spumaria solida.*

So ist sie bisher von zwei weitgetrennten Orten bekannt: bei Berlin auf Pappelborke, in Colorado „on the outer bark of cottonwood logs" (Cottonwood ist in Amerika meist *Populus monilifera*). STURGIS hat es nicht gewagt, sie als eigene Art aufzustellen, sondern nennt sie *Spumaria alba* var. *solida.* In der 2. Auflage (1922) der „North american slime-moulds" bezeichnet MACBRIDE sie als „a desert phase". Offenbar hat er den Gedanken, daß die Fruchtkörper unter der Einwirkung des trockenen Klimas von Colorado sich mehr zusammengeballt haben. Die Funde bei Berlin zeigen, daß davon keine Rede ist.

Ich würde dafür eintreten, sie als eine besondere Art *Spumaria solida* aufzufassen. Dafür spricht einmal die merkwürdige Anpassung an Pappelborke, die in Colorado und in Berlin vorhanden ist. *Sp. alba* dagegen ist blattbewohnend und in manchen Jahren, wie die Angaben von P. MAGNUS (1876) und T. WULFF (1908) zeigen, während der Heuernte lästig. Zweitens ist die Form der Fruchtkörper ganz abweichend, wie es STURGIS im Namen treffend zum Ausdruck gebracht hat. In Norddeutschland hat *Sp. alba* durchweg die Gewohnheit, kleine Äthalien etwa von Haselnuß- bis Walnußgröße zu bilden und diese durch Erklettern von Grashalmen möglichst hoch anzulegen. Drittens, und das ist das wichtigste Merkmal, sind die Sporen deutlich verschieden; sie sind nur 8—11 μ groß, haben eine dunkle, bei starker Vergrößerung rauchgraue Sporenhaut mit deutlichen, aber viel kleineren Stacheln als *Sp. alba.* Im Innern des Äthaliums fehlt völlig die vielfach gefaltete Columella, die den entrindeten und entleerten Fruchtkörpern von *Sp. alba* ein so zierliches Aussehen gibt.

Der Gattungsname *Spumaria* (PERSOON 1791) ist in der 2. Auflage der LISTERschen Monographie durch *Mucilago* (ADANSON 1763) ersetzt, nachdem A. P. MORGAN (1897) die Priorität dieses Namens ermittelt hat. Ich habe mir die Mühe genommen, die dort gegebene Beweisführung an der Hand der alten Literatur zu prüfen.

Die Synonymie der Gattung, die MORGAN nach der Zusammenstellung von E. M. FRIES und ROSTAFINSKI wiederholt,

zeigt seiner Ansicht nach klar, daß nach dem Jahre 1753 *Mucilago* viermal als Gattungsname gebraucht worden ist, nämlich von BATTARA, ADANSON, HALLER und SCHRANK. Das genügt für ihn, um *Mucilago* als allein richtigen Namen hinzustellen.

Schlägt man diese Autoren nach, so stellt sich heraus, daß BATTARA (1755) und ebenso HALLER (1742 und 1768) von *Mucilago crustacea alba* reden, also gar nicht die binäre Nomenklatur gebrauchen. SCHRANK spricht 1789 von *Mucilago crustacea* (Bayerische Flora, II, S. 637): „Weiße durchschlungene Fäden. Filzförmiger Moder zwischen Rinde und Holz abgestandener Bäume." Sicher ist diese *Mucilago* also keine *Spumaria*. Es bleibt also nur ADANSON (1763) übrig, der ja auch als Autor zitiert wird. Die „Familles des plantes" dieses Autors enthalten ein merkwürdiges naturphilosophisches System mit eigenmächtiger, oft geschmackloser Nomenklatur, innerhalb dessen die Bearbeitung der Phanerogamen wegen der großen Kenntnisse des weitgereisten Verfassers einen gewissen Wert besitzt, während die Übersicht über die Kryptogamen, ohne eigene Anschauung willkürlich aufgebaut, keinerlei Bedeutung hat. Die mykologischen Autoren der damaligen Zeit haben sich mit Recht um ADANSONs Ansichten nicht gekümmert. Die Gattung *Mucilago*, die eigentlich von MICHELI (1729) herrührt, wird auf Grund einer Abbildung in des Florentiners „Nova Genera plantarum" aufgestellt und mit einer Scheindiagnose versehen, die wohl aus HALLER abgeschrieben ist. Ein Hinweis auf eine dem Verf. bekannte Art fehlt. Wir würden heutzutage dies Verfahren einer Gattungsdefinition genau so ignorieren, wie es die Zeitgenossen getan haben. MORGAN bemerkt nun, daß die Abbildung von MICHELI allgemein auf *Spumaria* gedeutet werde. Das stimmt nicht ganz. Dem Anschein nach stammt diese Auslegung von GLEDITSCH und ist dann, wie es gewöhnlich geschieht, von späteren Autoren übernommen worden. HALLER dagegen, der *Spumaria* wahrscheinlich gekannt hat, scheint sie für etwas anderes zu halten, und OEDER (Flora danica 1770) versieht die Auslegung mit einem Fragezeichen. Wenn ich selbst eine Deutung geben sollte, so würde ich sie auf eine Form von *Fuligo candida* beziehen. Für *Spumaria* fehlen die charakteristischen Merkmale. Der Text: „*Mucilago crustacea alba.* In pratis et nemoribus variis quisquiliis innascens" sagt gar nichts. Bei denjenigen alten Autoren, die für die Systematik der Myxomyceten wirklich von Bedeutung sind: SCHRADER, PERSOON, EHRENBERG, FRIES, gilt *Mucilago* denn auch als Bezeichnung des Plasmodiums, von dessen Bedeutung sie allerdings meist keine rechte Vorstellung haben.

Die Quelle all dieser Schwierigkeiten ist, wie FARLOW (1910) richtig hervorgehoben hat, der unglückliche Gedanke, das Jahr 1753 als Ausgangspunkt für die gesamte Nomenklatur zu wählen. Für die Phanerogamen mag es zweckmäßig sein, die mykologische Literatur aber befand sich damals in einem völlig unfertigen Zustand. In unserem Falle sind wir nun gar genötigt, auf das Jahr 1729 zurückzugehen. Wir müssen außerdem annehmen, daß die Deutung des MICHELIschen Bildes völlig sicher ist, und es daraufhin als die einzige Grundlage für die Diagnose der Gattung betrachten. Denn ADANSON, der Autor dieser Gattung, hat, wie sich zeigen läßt, überhaupt keine Kenntnis der dahin gehörenden Formen. Schon aus diesen Gründen ist die Gattung *Mucilago* ungültig. Der Name *Spumaria*, der 106 Jahre unangefochten geblieben ist, bleibt bestehen.

Dagegen stimme ich mit MORGAN darin überein, daß mit dem *Mucor spongiosus* Leysser (Flora Hallensis 1783) nur *Spumaria* gemeint sein kann. Der Name *alba* (BULLIARD 1791) müßte also durch *spongiosa* ersetzt werden. Für die beiden bisher bekannten Arten von *Spumaria* wären die Namen *spongiosa* und *solida* sehr kennzeichnend.

Literatur.

W. G. FARLOW: A consideration of the species plantarum of Linnaeus as a basis for the starting point of the nomenclature of Cryptogams. Privately printed 1910. — TH. H. MACBRIDE: The North American Slime moulds. New and revised edition. New York 1922. — P. MAGNUS: Über ein merkwürdiges Auftreten von *Spumaria alba*. Sitzber Ges. Naturf. Fr. Berlin 1876. — A. P. MORGAN: Synonymy of *Mucilago spongiosa* (Leyss.). Botan. Gazette 24, 1897. — W. C. STURGIS: The myxomycetes of Colorado. Coler. College Public. Science Ser. XII, 1907. — T. WULFF: Massenhaftes Auftreten eines Schleimpilzes auf Torfmoorwiesen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 18, 1908.

b) Moorbewohnende Arten.

Der verstorbene Kustos PAUL HENNINGS zeigte mir zur Zeit des Umzugs von Schöneberg nach Dahlem zwei Papierkapseln mit zerdrückten und zerfressenen Myxomyceten, die beim Aufräumen zum Vorschein gekommen waren. Sie stammten aus dem Moor hinter Paulsborn, wo er sie etwa im Jahre 1889 an einem warmen Novembertage aufgenommen hatte. Es waren *Badhamia lilacina* und *Physarum rubiginosum*, seltene Arten, die ich nie gesammelt hatte. Fortan besuchte ich in jedem Spätherbst das Moor bei Paulsborn und andere Moore, ich sah aber außer *Diachea leucopoda* oder *Physarum sinuosum* nie etwas Besonderes.

Darüber waren Jahre vergangen, als mir im September 1918 Herr Dr. L. PETERS bei einem unserer Ausflüge mitteilte, er habe im Moor hinter Paulsborn einen Myxomyceten gefunden, den er für *Badhamia lilacina* halte. Eine Probe zeigte die Richtigkeit der Bestimmung. Ich sah jetzt ein, daß ich durch die Zeitangabe von HENNINGS irregeführt worden war.

Im Sommer 1919 besuchte ich in Begleitung der Herren PETERS, DUYSEN und OSTERWALD die Fundstelle wieder. Wir konnten auf *Sphagnum* nicht nur die Sporangien in Menge sammeln,

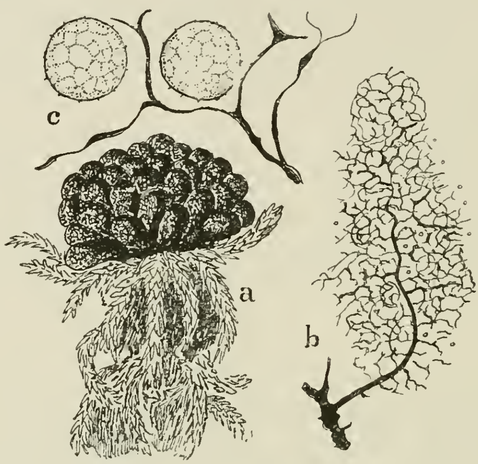


Abb. 1. *Stemonitis trechispora* Torr. aus dem Grunewald bei Berlin. a) Äthalium auf *Sphagnum*, 5 : 1. b) Capillitium eines Sporangiums, 30 : 1. c) Sporen, 1000 : 1.

sondern auch die großen gelben Plasmodien mit dem auffallenden glasigen, schleimigen Hypothallus beobachten, den schon ELIAS FRIES (1829, S. 141) bei dieser „species pulcherrima" beschrieben hat.

Bei weiteren Besuchen des Moores machte ich nun die Wahrnehmung, daß auf den *Sphagnum*polstern noch die Reste eines anderen Myxomyceten vorhanden waren, der offenbar zu den Stemoniteen gehörte. Als im Spätsommer 1920 geeignetes Wetter war, beobachtete ich das Moor Tag für Tag, und konnte bald große weiße Plasmodien sehen, die genau so wie die *Badhamia* zwischen den *Sphagnum*polstern herauskamen. Der reife Fruchtkörper erinnerte ganz an *Amaurochaete*, hatte aber bei völliger Reife wohlausgebildete sitzende Sporangien.

Der Farbe nach handelt es sich um eine Form aus der Verwandtschaft von *Stemonitis fusca*. Das zeigen auch die Sporen,

die ein scharf ausgeprägtes Netz (vgl. Fig. 1c) auf der Oberfläche haben und verhältnismäßig groß (9—11 μ) sind. Bei der Neigung zu Äthalienbildung ist dagegen die Columella (vgl. Fig. 1b) mangelhaft und das oberflächliche Netz des Capillitiums gar nicht entwickelt. Bei allen Formen von *St. fusca*, die mir bekannt geworden sind, ist das Plasmodium holzbewohnend. Ich hielt deshalb diese nicht auf Holz wachsende Art wegen ihrer morphologischen und biologischen Eigenschaften für neu. In der zweiten Auflage der North American Slime-moulds von MACBRIDE finde ich sie aber als *St. trechispora* (Berkeley) Torrend vollkommen übereinstimmend beschrieben. Auch der Standort der Fruchtkörper (ges. von Prof. THAXTER bei Cambridge „in a half-dry marsh") ist derselbe.

Für diese Spezies ist also außer der Sporenskulptur auch die basale Vereinigung der Sporangien und der Mangel des oberflächlichen Fasernetzes charakteristisch. Sie ist nicht identisch mit *St. dictyospora* in der von MEYLAN (1917, p. 262) vertretenen Auffassung. Denn dort handelt es sich um eine verwandte Form, die aber isolierte Sporangien mit normaler Columella und halbentwickeltem Hüllnetz besitzt. Bei der verwirrenden Variabilität des Formenkreises von *St. fusca* ist leider die Systematik und Nomenklatur sehr schwierig geworden. Ich stimme Frl. LISTER darin bei, daß der ROSTAFINSKIsche Name *St. dictyospora* am besten fallen gelassen wird.

Dem Anschein nach gibt es also eine Anzahl von Arten der verschiedensten systematischen Zugehörigkeit, die mit Vorliebe in Mooren, sowohl Hochmooren wie Wiesenmooren, vorkommen. Sie entwickeln sich namentlich im Spätsommer, wenn nach dem Fallen des Wassers die oberen an Nährstoffen reichen Schichten durchlüftet und zugänglich werden. Die typische Art ist *Badhamia lilacina*. *Physarum rubiginosum*, die weit seltener ist, scheint ihr in der Lebensweise zu gleichen. Mir sind außer dem oben erwähnten Fund von HENNINGS noch zwei weitere Proben dieser Art übersandt worden (Sachsen und Brandenburg), beide von nassen Wiesen auf Moos. Eine merkwürdige Form, die aus einem Sphagnetum bei der Pritzhagener Mühle in der Nähe von Buckow stammt, verdanke ich Dr. J. MILDBRAED (ges. 1. IX. 1905). Die Sporangien haben statt der schönen roten Färbung ein unscheinbares bräunliches Grau und sind meist glatt, nicht runzelig wie *Ph. rubiginosum*. Die Sporen sind größer (10—11,5 μ) als die der anderen Art (meine haben die Größe 8—9 μ), das Capillitium mit den großen, eckigen, rotbraunen Kalkknoten ist aber durchaus gleich. Merkwürdigerweise stimmt zu dieser Form genau die Diagnose, die MACBRIDE

(1922, S. 62) von dem einen der beiden amerikanischen Funde der Art macht („*Leocarpus squamulosus*“, gesammelt von Wingate bei Philadelphia, vgl. G. Lister, Monogr. 1911, S. 82). In Europa scheint diese Form nur dies eine Mal gefunden zu sein. Da schon die lebhaft gefärbte Hauptform selten ist, so ist das bei dieser ganz unscheinbaren Varietät nicht verwunderlich.

Andere Moormyxomyceten scheinen *Stemonitis trechispora*, *Lepidoderma tigrinum*, *Diderma simplex* und *D. ochraceum* zu sein. Vielfach gehen diese Arten aber auch auf faules Laub über, das unter Birken oder Erlen liegt, und bilden den Übergang zu den ausschließlich dort vorkommenden Arten (z. B. *Diderma testaceum* oder *Diachea leucopoda*). Das ökologische Anpassungsvermögen ist von Art zu Art verschieden, was ja auch für die im Moor vorkommenden Phanerogamen gilt.

Literatur.

Ch. Meylan: Nouvelles contributions à l'étude des Myxomycètes du Jura Bull. Soc. Vaudoise d. scienc. nat. 51, No. 191, 1916/17. — E. Fries: Systema mycologicum. III. 1829.

67. H. Söding: Werden von der Spitze der Haferkoleoptile Wuchshormone gebildet?

(Eingegangen am 26. Oktober 1923. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Paál (1) nimmt an, daß die phototropische Krümmung der Haferkoleoptile hervorgerufen wird durch asymmetrisches Herabströmen wachstumsfördernder Stoffe von der Spitze in den mittleren und unteren Teil der Koleoptile. Zum Studium der Frage nach der Existenz solcher Wuchshormone stellte ich einige Versuche an. Obwohl ihre Deutung noch nicht zweifelsfrei feststeht, veröffentliche ich sie, da sie vielleicht zur Klärung der Frage beitragen können, und ich einstweilen nicht in der Lage bin, sie weiterzuführen.

Die Versuchspflanzen, *Avena sativa*, waren in sägemehlgefüllten Blechkästen gezogen und wurden ein oder zwei Tage vor Beginn des Versuches ins Dunkelzimmer gestellt und von nun ab sorgfältig vor Licht geschützt. So glichen sich die bereits vorhandenen phototropischen Krümmungen wieder aus, höchstens blieb eine

Schrägstellung der ganzen Koleoptile erhalten, die bei den Versuchen aber keine merkbare Störung hervorrief. Keimlinge, die stärker gekrümmt waren, sowie besonders große oder kleine Pflanzen wurden von den Versuchen ausgeschlossen. Die Versuche wurden bei rotem Licht vorgenommen. Nach der neuen STARKschen (2) Methode wurde ein 3—5 mm langes Spitzenstück der Koleoptile abgenommen, senkrecht auf ein feuchtes weißes Löschpapier gesetzt, das hervorstehende Primärblatt herausgezogen und die Länge des Koleoptilenstumpfes von einer unten angebrachten Tuschemarke an mit Hilfe eines Lineals gemessen, wobei die Zehntelmillimeter geschätzt wurden. Darauf wurde einem Teil der Keimlinge die zugehörige Spitze wieder aufgesetzt und der ganze Kasten, der nun sowohl Pflanzen mit wiederaufgesetzter Spitze als auch solche ohne Spitze enthielt, unter eine Glasglocke gebracht, unter die auch ein Gefäß mit heißem Wasser gestellt war, um ein Austrocknen der Wundflächen zu verhüten. Die Pflanzen guttierten hier mitunter so stark, daß die wiederaufgesetzten Spitzen häufig abglitten. Übrigens wurde auch gleich nach dem Abnehmen der Spitze die Wundfläche angefeuchtet, um einer schädigenden Austrocknung vorzubeugen. 5 Stunden nach Beginn der Messung wurden die Pflanzen wieder hervorgeholt, gemessen und so der Zuwachs festgestellt. Die auf diese Weise angestellten Versuche lieferten übereinstimmende Ergebnisse, während Vorversuche abweichend ausgefallen waren.

I. Versuch.

1. Dekapitierte Pflanzen ohne wiederaufgesetzte Spitze.

	Länge des dekapitierten Stumpfes:									
zu Beginn des Versuches:	14,0	16,6	11,9	17,6	16,9	17,7	13,9	16,6	13,5	mm
nach 5 Stunden:	14.8	17.3	12,2	18.0	17.7	17,9	14,7	17,4	14,3	mm
Zuwachs:	0.8	0.7	0.3	0.4	0.8	0.2	0,8	0,8	0,8	mm

	Länge des dekapitierten Stumpfes:								
zu Beginn des Versuches:	16,7	14,9	16,8	15,0	20,1	18,0	15,8	17,8	mm
nach 5 Stunden:	17,0	15,6	17,5	15,8	20,8	18,3	16,0	18,2	mm
Zuwachs:	0.3	0,7	0,7	0.8	0,7	0,3	0,2	0,4	mm

Dies ergibt bei 17 Pflanzen einen durchschnittlichen Zuwachs von 0,57 mm in 5 Stunden.

2. Dekapitierte Pflanzen mit wiederaufgesetzter Spitze.

	Länge des dekapitierten Stumpfes:							
zu Beginn des Versuches:	13,7	19,0	15,9	17,9	12,1	16,0	18,1	mm
nach 5 Stunden:	14,6	21,0	17,1	19,0	13,6	17,3	19,7	mm
Zuwachs:	0.9	2,0	1,2	1,1	1,5	1.3	1,6	mm

	Länge des dekapitierten Stumpfes:							
zu Beginn des Versuches:	13,9	17,5	13,8	20,4	15,9	20,2	17,7	mm
nach 5 Stunden:	15,9	18,9	15,2	21,9	17,0	21,9	19,0	mm
Zuwachs:	2,0	1,4	1,4	1,5	1,1	1,7	1,3	mm

Dies ergibt bei 14 Pflanzen einen durchschnittlichen Zuwachs von 1,43 mm in 5 Stunden.

Bei den folgenden Versuchen soll nur mehr der Zuwachs angegeben werden sowie die ungefähre Größe der Versuchspflanzen. Der Kürze wegen sollen die dekapitierten Pflanzen ohne wiederaufgesetzte Spitze mit A, die Pflanzen, denen die Spitze wieder aufgesetzt wurde, mit B, und solche Pflanzen, denen im Laufe des Versuchs die aufgesetzte Spitze wieder abgefallen war, mit C bezeichnet werden.

II. Versuch. Dauer: 5 Stunden 20 Minuten.

Zuwachs in mm:	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	mm
A:	—	1	2	4	4	3	1	—	—	—	—	—	—	—	
B:	—	—	—	1	—	1	—	1	1	1	—	2	1	—	
C:	—	—	1	—	2	—	2	—	1	—	1	1	—	—	

(Die Zahlen in den Horizontalreihen A, B und C geben an, wieviele Pflanzen den betr. Zuwachs hatten.)

	Anzahl der Pflanzen:	Länge des Stumpfes bei Versuchsbeginn:	Durchschnittlicher Zuwachs:
A:	15	9,3—16,6 mm	0,76 mm
B:	8	8,8—15,0 mm	1,23 mm
C:	8	9,9—14,0 mm	1,04 mm

III. Versuch. Dauer: 5 Stunden.

Zuwachs in mm:	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	mm
A:	—	1	2	—	2	3	3	6	1	1	
B:	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	
C:	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	
Zuwachs in mm:	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	mm
A:	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
B:	1	4	—	2	3	1	2	—	1	—	
C:	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	

	Anzahl der Pflanzen:	Länge des Stumpfes:	Durchschnittlicher Zuwachs:
A:	20	10,9—19,8 mm	0,78 mm
B:	15	10,9—16,8 mm	1,49 mm
C:	6	11,0—19,1 mm	1,22 mm

Bei dem folgenden Versuch wurden den dekapitierten Pflanzen (A), um gegenüber denen mit wiederaufgesetzter Spitze (B) möglichst gleichartige Verhältnisse zu haben, kleine Wachsscheibchen aufgesetzt.

IV. Versuch. Dauer: 5 Stunden.

Zuwachs in mm:	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7 mm
A:	—	1	1	4	4	2	2	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
B:	—	—	—	—	—	—	1	1	3	1	3	3	1	1	2	1	—
C:	—	—	—	—	—	1	—	2	—	1	—		—	—	—	—	—

	Anzahl der Pflanzen:	Länge des Stumpfes:	Durchschnittlicher Zuwachs:
A:	16	11,0 - 16,0 mm	0,53 mm
B:	17	10,7 – 15,0 mm	1,14 mm
C:	4	10,7 – 13,4 mm	0,80 mm

Im V. Versuch wurden den dekapitierten Pflanzen (A) kleine Kartoffelscheibchen aufgesetzt.

V. Versuch. Dauer: 5 Stunden.

Zuwachs in mm:	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2 mm
A:	—	2	5	2	5	1	1	—	—	—	—	—
B:	—	1	—	2	—	1	2	1	2	5	2	—

	Anzahl der Pflanzen:	Länge des Stumpfes:	Durchschnittlicher Zuwachs:
A:	16	9,2 - 13,7 mm	0,41 mm
B:	16	8,9 – 14,0 mm	0,80 mm

Es ergibt sich also, daß bei dekapitierten Haferkoleoptilen der Zuwachs innerhalb einer Zeit von 5 Stunden bei Wiederaufsetzen der Spitze erheblich größer ist, als wenn die Spitze nicht wiederaufgesetzt wird. Aufsetzen von Wachs- oder Kartoffelscheibchen ist wirkungslos. Hierfür bieten sich nun leicht zwei Erklärungen:

1. Durch die Annahme, daß in der Spitze wachstumsfördernde Hormone gebildet werden, die durch Diffusion dem Stumpf übermittelt werden;

2. durch die Annahme, daß die wachstumshemmende Wirkung des Dekapitierens durch die Spitze gemindert wird.

Ob eine der beiden Annahmen und welche von ihnen zutrifft, müssen weitere Versuche entscheiden. Am meisten Wahrscheinlichkeit hat wohl die erste Annahme für sich.

Stellt man sich einmal auf den Boden der ersten Annahme, daß in der Spitze wachstumsfördernde Hormone, die in die weiter unten liegenden Teile diffundieren, gebildet werden, so ist leicht verständlich, daß nach der PAÁLschen Theorie des Phototropismus Krümmungen der Koleoptile eintreten können, wenn auf der einen Seite durch Licht die Wuchshormone zerstört werden oder die Permeabilität des Plasmas (TRÖNDLE [3]) und damit die Wanderungsgeschwindigkeit der Wuchshormone verändert wird.

BRAUNER (4) hat die Permeabilitätsänderungen bei Belichtung für die Haferkoleoptile bestätigt. Er nimmt an, daß die phototropischen Krümmungen hervorgerufen werden durch Permeabilitätsänderungen, welche das Herabströmen von in der Spitze gebildeten Reizstoffen befördern oder aufhalten. Während PAÁL aber wachstumsfördernde Stoffe als Reizstoffe annimmt, glaubt BRAUNER, daß es sich um wachstumshemmende Stoffe handelt. Meine Ergebnisse lassen sich leicht in PAÁLs Sinne deuten zugunsten einer Existenz durch die Spitze gebildeter, wachstumsfördernder Hormone. Ob aber auch dann nicht noch weitere, die phototropische Krümmung regelnde Reizstoffe von der Spitze gebildet werden, bleibt eine offene Frage.

Die vorliegenden Versuche wurden im September 1923 im Institut für allgemeine Botanik in Hamburg ausgeführt. Fräulein Dr. STOPPEL danke ich für die Anregungen, die sie mir gegeben hat, Herrn Prof. Dr. WINKLER für die Erlaubnis, in seinem Institut arbeiten zu dürfen.

Literatur.

1. A. PAÁL, Über phototropische Reizleitung. Jahrb. f. wiss. Bot. 1919. 58. S. 406.
2. P. STARK und O. DRECHSEL, Phototropische Reizleitungsvorgänge bei Unterbrechung des organischen Zusammenhangs. Jahrb. f. wiss. Bot. 1922. 61. S. 339.
3. A. TRÖNDLE, Der Einfluß des Lichtes auf die Permeabilität der Plasmahaut. Jahrb. f. wiss. Bot. 1910. 48. S. 171.
4. L. BRAUNER, Lichtkrümmung und Lichtwachstumsreaktion. Zeitschr. f. Bot. 1922. 14 S. 497.

68. A. Zimmermann: Zur physiologischen Anatomie des trachealen Systemes. I.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 17. November 1923. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

Während über den Gefäßbündelverlauf in jungen Stengeln eine große Anzahl von Untersuchungen vorliegt, fehlt es bisher fast ganz an ähnlichen Untersuchungen über den Verlauf und Zusammenhang der Gefäßstränge innerhalb der mit einem geschlossenen Holzkörper versehenen älteren Stengel und Stämme. Nach verschiedenen Angaben könnte man aber annehmen, daß seitliche Verbindungen zwischen diesen Gefäßsträngen nicht vorhanden seien. So hat schon SACHS (I, 394) beobachtet, daß bei chlorotischen Kugelakazien, bei denen mit Hilfe eines Trichters Eisenlösung in den Holzkörper des Stammes eingeführt war, nur die über der Einführungsstelle befindlichen Zweige ergrünten. Ferner fand TSCHERMAK (I) bei zahlreichen Versuchen, bei denen er Farbstofflösungen von beschränkten Teilen des Wurzelsystems oder des Stengelquerschnittes aufnehmen ließ. daß der Farbstoff in scharf begrenzten, der „Rektaszension“ entsprechenden Streifen aufstieg, und er schloß daraus, daß die einzelnen Zweige von bestimmten Teilen des Wurzelsystemes ernährt werden. Sehr bemerkenswert ist in dieser Hinsicht auch ein Versuch von SIDORINE (I). bei dem von dem Wurzelsysteme junger Maispflanzen die eine Hälfte in eisenfreier, die andere in eisenhaltiger Nährlösung gehalten war. Nach einiger Zeit war an diesen Pflanzen zu beobachten, daß sogar von einzelnen Blättern die eine Hälfte starke Chlorose zeigte, während die andere eine normal grüne Farbe besaß.

Es fragt sich nun aber doch, ob wir aus diesen Versuchen auf das Fehlen seitlicher Verbindungen zwischen den einzelnen Gefäßsträngen schließen können. Bei den Maisblättern läßt sich ja leicht durch anatomische Untersuchung feststellen, daß die einzelnen Längsnerven durch feine Quernerven miteinander verbunden sind. Man kann sich ferner auch leicht davon überzeugen, daß diese Verbindungen sofort in Wirksamkeit treten, wenn nur genügende Saugungsdifferenzen zwischen den Längsnerven vorhanden sind. Wenn man z. B. mit einem Korkbohrer an einem Maisblatt Löcher von etwa 1 cm Durchmesser anbringt und dasselbe dann

an der Basis unter einer intensiv gefärbten Eosinlösung um einige Zentimeter verkürzt, so kann man sehen, daß der Farbstoff schnell in den Längsnerven emporsteigt und durch die Queranastomosen auch in die über dem Loche befindlichen Gefäßbündel übertritt. Halbiert man dagegen ein Maisblatt an der Basis durch einen Längsschnitt in zwei Hälften und verkürzt die eine Hälfte unter Eosinlösung, die andere unter Wasser, so beobachtet man, daß die eine Blatthälfte sich intensiv rot färbt, während die andere ihre rein grüne Farbe behält. Es ist dies offenbar dadurch zu erklären, daß in diesem Falle die beiden Blatthälften gleich leicht Wasser aufnehmen konnten, und daß infolgedessen zwischen den einzelnen Gefäßsträngen keine Saugungsdifferenzen vorhanden waren, die eine Wanderung zwischen denselben hätten veranlassen können. In ähnlicher Weise dürfte nun auch der SIDORINEsche Versuch zu erklären sein, bei dem sich ja auch die verschiedenen Teile des Wurzelsystems und der transpirierenden Flächen unter den gleichen Bedingungen befanden.

Es lag nun nahe zu untersuchen, ob sich nicht unter ähnlichen Versuchsbedingungen auch im Holzkörper der Dikotylen Querverbindungen zwischen den einzelnen Gefäßsträngen würden nachweisen lassen. In der Tat ist dies nun auch leicht möglich. Wenn man z. B. Zweige von Linden, Zitterpappeln oder Weiden an der Basis spaltet und die eine Hälfte unter Eosin-, die andere unter Methylenblaulösung um etwa 15 cm verkürzt, so kann man namentlich an den später geschälten Zweigen gut beobachten, daß die Farbstoffe meist senkrecht emporsteigen und scharf gegeneinander abgegrenzt sind. Verkürzt man ferner die eine Zweighälfte unter Eosin- oder Methylenblaulösung, die andere unter Wasser, so wird man den Farbstoff meist nur an der einen Seite des Zweiges emporsteigen sehen. In einigen Fällen konnte ich allerdings auch beobachten, daß der Farbstoff an einzelnen Stellen auch in die in Wasser tauchende Hälfte des Zweiges fast bis zum Grunde derselben vorgedrungen war. Wie dies zu erklären ist, vermag ich noch nicht mit voller Sicherheit anzugeben.

Verkürzt man nun aber nur die eine Hälfte eines am Grunde gespaltenen Zweiges unter einer Farbstofflösung und läßt die andere frei in die Luft ragen, so daß sie kein Wasser aufnehmen kann, so beobachtet man, daß der Farbstoff sich ganz allgemein ziemlich schnell auch in der Querrichtung ausbreitet und nach wenigen Stunden bis zur gegenüberliegenden Seite des Stengels gelangt und auch in den in die Luft ragenden Stumpf eindringt. Daß diese Ausbreitung des Farbstoffes nicht etwa durch Diffusion im Lumen

oder in den Wandungen der Holzzellen, sondern durch eine in dem Lumen der Gefäße durch Saugungsdifferenzen hervorgerufene Massenbewegung bewirkt wird, folgt daraus, daß bei den beiden zuerst beschriebenen Versuchen, bei denen keine Saugungsdifferenzen vorhanden waren, im allgemeinen keine merkliche Ausbreitung des Farbstoffes in der Querrichtung stattfand, und zwar auch dann nicht, wenn der Versuch über einen bedeutend längeren Zeitraum ausgedehnt war. Zu ähnlichen Ergebnissen haben auch zahlreiche andere Versuche geführt, die ich hier mit Rücksicht auf den zur Verfügung stehenden Raum nicht beschreiben kann.

Erwähnen will ich jedoch, daß bei mikroskopischer Untersuchung von Zweigen, die Eosin und Methylenblau aufgenommen hatten, häufig beobachtet wurde, daß an den Berührungsflächen zwischen den rot und blau gefärbten Partien die Gefäßwände eine violette Färbung zeigten, woraus hervorgeht, daß in diesen Gefäßen beide Farbstoffe gewandert waren. Daß auch in diesem Falle Diffusion nicht mitgewirkt haben konnte, folgt daraus, daß violette Gefäße auch an Stellen beobachtet wurden, an denen die zwischen den Gefäßsträngen gelegenen Holzzellen noch gänzlich farblos waren.

Können wir somit nach diesen Beobachtungen als erwiesen ansehen, daß auch im Holzkörper der Dikotylen seitliche Verbindungen zwischen den einzelnen Gefäßsträngen bestehen, so dürfte es doch erwünscht erscheinen, durch anatomische Untersuchungen festzustellen, in welcher Weise diese Verbindungen hergestellt werden. Das Vorkommen ähnlicher Erscheinungen, wie ich (I, 95) sie speziell bei *Telfairia pedata* beobachten konnte, bei der durch Verschiebung in den Knoten eine vollständige Vermischung der den verschiedenen Gefäßbündeln angehörigen Gefäßreihen bewirkt wird, ist in denjenigen Fällen, in denen die Farbstoffe, wenn keine Saugungsdifferenzen vorhanden waren, der Längsrichtung folgen, ausgeschlossen. Wir haben es auch wohl bei *Telfairia* mit einer speziellen Anpassungserscheinung zu tun, die durch die große Länge der Stengel und die in den Internodien vorhandene Trennung der einzelnen Gefäßbündel durch breite primäre Markstrahlen veranlaßt wurde. Immerhin dürfte es wohl von Interesse sein, durch weitere Beobachtungen festzustellen, ob ähnliche Erscheinungen auch bei anderen Pflanzen zu beobachten sind.

Im allgemeinen scheint nun aber die Verbindung zwischen den einzelnen Gefäßsträngen dadurch bewirkt zu werden, daß dieselben nicht genau senkrecht im Stengel emporsteigen, sondern einen mehr oder weniger stark geschlängelten Verlauf besitzen, wodurch sie mit den benachbarten Strängen in Kontakt gebracht

werden. Bemerkenswert ist in dieser Beziehung eine Angabe von EWART (I, 364), nach der in den Stengeln von *Wistaria chinensis*

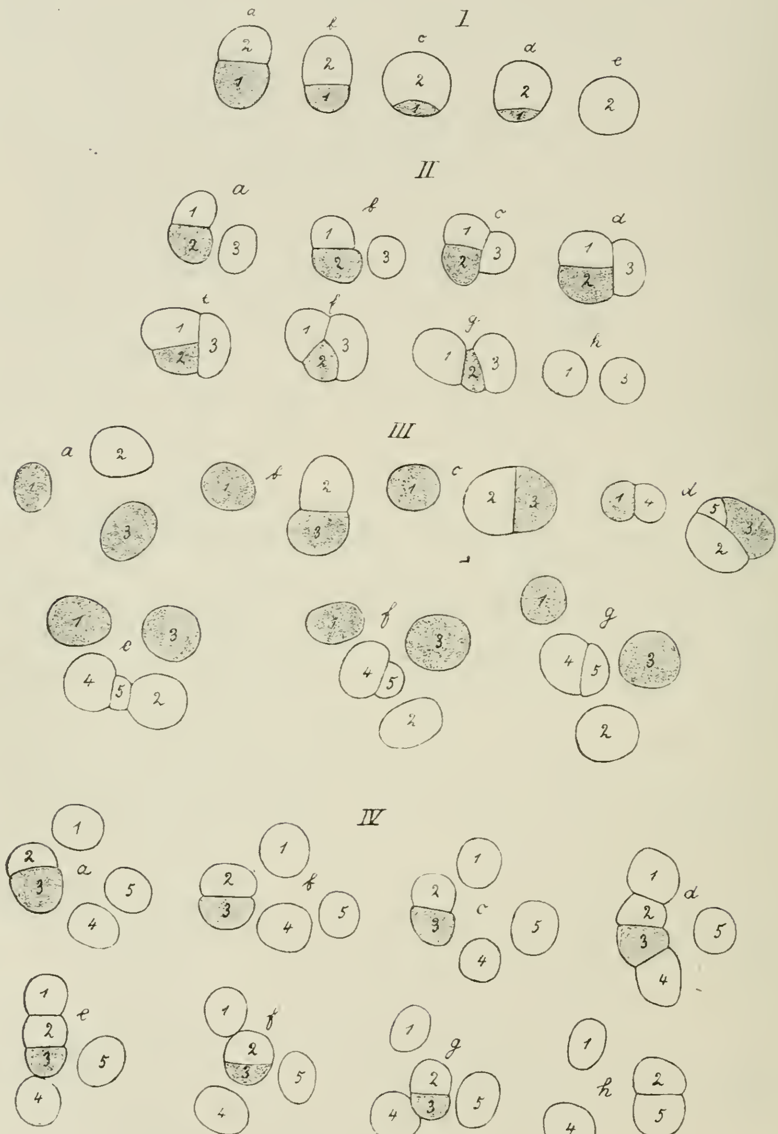


Abb. 1. Konsekutive Querschnitte durch benachbarte Gefäße aus einem Zweig von *Salix babylonica*.

starke radiale und tangentiale Krümmungen der Gefäße zu beobachten sind und auch bei verschiedenen Bäumen ähnliche Erscheinungen vorkommen. Ob aber hierdurch eine Verbindung der

einzelnen Gefäßstränge bewirkt wird, hat der genannte Autor anscheinend nicht untersucht.

Von dem geschlängelten Verlauf der Gefäßbündel kann man sich aber z. B. leicht überzeugen, wenn man Zweigstücke unter mit Berliner Blau gefärbter Gelatine verkürzt und etwas dicke Längsschnitte von denselben in Glyzerin oder nach dem Aufhellen in Nelkenöl oder Kanadabalsam untersucht.

Noch genauer läßt sich aber der Gefäßverlauf an konsekutiven Querschnitten von derartigen Zweigstücken feststellen. Man kann an denselben die sichere Verfolgung der einzelnen Gefäßreihen noch dadurch erleichtern, daß man von dem betreffenden Zweigstücke an dem mit der gefärbten Gelatine injizierten Ende ein 1—2 cm langes Stück fortschneidet und dann verdünnte Fuchsinlösung in dasselbe einsaugt, die dann naturgemäß nur in den an der Schnittfläche nicht von Gelatine erfüllten Gefäßen emporsteigt. In einiger Entfernung von der Schnittfläche hat man dann auf dem gleichen Querschnitt mit Gelatine erfüllte und leere Gefäße nebeneinander, wodurch es ermöglicht wird, die gleichen Gefäße mit Sicherheit zu verfolgen. Ich habe nun bei Zweigen von *Salix babylonica* einige solche Schnittserien untersucht und konnte feststellen, daß die Gruppierung der einzelnen Gefäße sich fortwährend ändert, und daß namentlich die Gefäßenden meist mit mehreren Gefäßen in Berührung treten, wie dies auch die beigegebene Abbildung zeigt, in der die einzelnen Gefäße, die auf größeren Übersichtsbildern mit Sicherheit verfolgt werden konnten, durch entsprechende Numerierung kenntlich gemacht sind. Die injizierten Gefäße sind ferner durch feine Punktierung kenntlich gemacht. In der Serie I ist nun zunächst das spitz zulaufende Ende eines injizierten Gefäßes (1), das nur mit einem nicht injizierten Gefäße in Berührung tritt, zu verfolgen. In der Serie II tritt dagegen das Ende des injizierten Gefäßes (2) mit zwei anderen Gefäßen in Berührung. In der Serie III ist das Auftreten von zwei nicht injizierten Gefäßen (4 und 5), von denen das eine mit einem, das andere mit zwei Gefäßen in Berührung steht, zu verfolgen. Die Serie IV zeigt schließlich das Ende von einem injizierten Gefäße und auch ziemlich weit gehende Verschiebungen zwischen den anderen Gefäßen.

Ähnliche Verschiebungen konnten auch noch bei verschiedenen anderen Gefäßreihen beobachtet werden. Es dürfte aber sicher von Interesse sein, diese Beobachtungen noch weiter auszudehnen und auch andere Hölzer in der gleichen Weise zu untersuchen.

Literaturverzeichnis.

EWART, A. J., I. The ascent of water in trees. II. (Phil. Trans. Roy. Soc. London 1908, Vol. 199, p. 341.)

SACHS, J. v., I. Erfahrungen über die Behandlung chlorotischer Gartenpflanzen. (Ges. Abhandl. 1892, Bd. I, S. 388.)

SIDORINE, M., I. Sur l'assimilation du fer par les plantes. (Rec. des traveaux du lab. d'agronomie. 1914, Vol. 10, p. 241.)

TSCHERMAK, E., I. Über die Bahnen von Farbstoff- und Salzlösungen in dikotylen Kraut- und Holzgewächsen. (Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien 1896, Bd. 105, I., S. 41.)

ZIMMERMANN, A., I. Die Cucurbitaceen. Heft 1. Jena 1922.

---

69. Fr. Tobler: Vorkommen und Abbau von Flechtenstärke.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 28. November 1923. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

EVA MAMELI hat 1919 (Atti dell'Ist. Bot. Pavia, N. S. XVII) zuerst wieder die Aufmerksamkeit auf das Vorkommen der sogenannten Flechtenstärke gelenkt. Bei ihren Untersuchungen über das Auftreten anderer Kohlehydrate hat sie bei einer ganzen Reihe heteromerer Flechten mit grünen Algen Körnchen gefunden, die mit verdünnter Jodlösung deutliche Blaufärbung annahmen, die anscheinend auch im Polarisationsmikroskop bei gekreuzten Nicols leuchteten und bisweilen sogar das schwarze Kreuz erkennen ließen. (Dies bei den besonders großen von *Anaptychia*). Die gegenteiligen Angaben von SCHNEIDER, CLAUTRIAU und ZACHARIAS sieht MAMELI als widerlegt an. Das Gewicht ihrer eigenen erhöhte sie durch die gleichzeitigen über andere Kohlehydrate bei Flechten.

Die Angaben MAMELIs schienen mir anfangs noch nicht völlig einwandfrei, weil der Nachweis der Stärkenatur mir unzureichend vorkam. Außerdem war eine gelegentliche Bemerkung über den Ort des Vorkommens der Körner im Thallus sehr auffallend: „Die Körnchen finden sich immer entweder in den Gonidien oder außerhalb von ihnen, aber ihnen sehr nahe." Das Vorkommen außerhalb der Gonidien mußte für den Stoffwechsel der Flechte und unsere Anschauung davon näher untersucht werden, um so mehr, als MAMELI selbst über diesen Punkt keinerlei weitere Bemerkungen macht.

Ich untersuchte im Laufe eines Jahres die mir in jeder

Richtung und auch physiologisch am besten bekannte *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. auf die auch für sie von MAMELI angegebenen Körnchen. Übrigens hat MAMELI auch Versuche mit Verdunkelung vorgenommen und eine Abhängigkeit des Auftretens der Körnchen vom Lichte hinreichend festgestellt. Ich war sehr erstaunt, als ich in den Monaten Juni—August 1922 und Februar—Mai 1923 an guten Thalli der Flechte aus verschiedensten Gegenden und von verschiedenartigsten Standorten sehr viel undeutlichere, kleinere und weniger Körnchen fand, auf die MAMELIs Beschreibung paßte (2,5 μ lang und 0,4—0,8 μ breit). Die untersuchten Materialien stammten aus Deutschland, Italien und Norwegen, waren in allen Fällen sowohl von sonnigen wie von schattigen Standorten gesammelt und frisch untersucht. Trotz dieser von MAMELI abweichenden Befunde setzte ich die Untersuchung mit Unterbrechungen fort, und endlich, im Oktober, gelangte ich nach zweimonatiger Pause zu einem völlig anderen Bild: Thalli von gleichen Standorten in meiner Nähe, von denen ich früher schon Exemplare untersucht hatte, zeigten sich jetzt sehr viel reichlicher mit Stärke versehen und im Besitz sehr viel größerer, mit Jod meist deutlich gebläuter Körner als zu Beginn des Jahres (polygonal oder eiförmig, zuweilen über 8 μ groß bzw. 8 : 6 μ). Hiermit ist zunächst ein wichtiges Moment für die Vereinigung aller bisherigen Angaben über Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Stärke bei Flechten gegeben. Das Erzeugnis findet sich anscheinend im Herbst reichlich vor, während es zu Beginn des Jahres schon wesentlich vermindert erscheint. Ähnlich wie MAMELI habe auch ich die Abhängigkeit des Stärkevorkommens vom Licht untersucht. Trocken aufbewahrte, verdunkelte Exemplare verlieren in einigen Monaten ihre Stärke fast ganz, ohne dabei völlig abzusterben. Sie lassen Andeutungen nur bei vorhergegangener Quellung erkennen, die Färbung wird bei der Kleinheit schwer bestimmbar. Das Stärkevorkommen ist in den bleicheren gelbgrünen Schattenformen verhältnismäßig geringer als in den lebhaft gelben von stark sonnigem Standort (z. B. var. *aureola* (Ach.) Rostr. oder entsprechende auffallend dunkelgelbe Exemplare aus den norwegischen Schären oder von Zäunen und Weiden bei Pavia).

Die Natur der fraglichen Körner ist zunächst von mir nur durch Jodlösung festzustellen versucht worden. Dann aber habe ich mich bemüht, die Löslichkeit mit Ptyalin (Speichel) nachzuweisen und Erfolg damit gehabt. (Speichel vom Morgen, durch Glaswolle filtriert, vgl. hierzu SCHNEIDER-ZIMMERMANN: Mikrotechnik 1922, 350.) Indem zum Vergleich Präparate mit

Reisstärke angestellt wurden, fand ich, daß gut wirkender Speichel auf die fraglichen Körnchen in längstens 24 Stunden bei etwa 30° eine sichtlich lösende Wirkung besitzt. Die kleinsten Körner der Herbstpräparate verschwinden schnell, die größeren werden unregelmäßiger im Umriß und kleiner. Die kleineren Körner der Frühjahrspräparate verschwinden weniger schnell, trennen sich aber voneinander und werden im Umriß stark verändert. Auf derartig beeinflußte Körnchen wirkt die Jodlösung nicht immer mehr so wie früher. Die Färbung ist dann mehr rot als blau. Allerdings ist dabei zu bedenken, daß auch ohne Ptyalinwirkung Stärkekörner nicht selten sind, bei denen keine vollkommene Blaufärbung eintritt.

Die Angabe MAMELIs über das Vorkommen der Körner außerhalb der Gonidien kann ich bestätigen und bemerke dazu, daß, wenn auch die vorliegenden Verhältnisse nur an Schnitten oder Quetschpräparaten zu beobachten sind, dennoch vollständige Sicherheit über diesen Befund vorhanden ist. Die Stärkekörner liegen allerdings dann den Gonidien eng an, einzeln oder zu mehreren, oft aneinander gedrängt, so daß sie auch wie ein größeres erscheinen. Diese Tatsache, die übrigens eine Parallele bei der Florideenstärke findet (vgl. OLTMANNS: Algen, 1. Aufl., I, 149), ist in hohem Maße geeignet, unsere Vorstellungen vom Stoffwechsel innerhalb des Flechtenkörpers zu fördern, und ich glaube, dies vorläufig am besten durch folgende Zusammenfassung tun zu können.

In und an den Gonidien der *Xanthoria parietina* entsteht als Erzeugnis der Assimilation ein Kohlehydrat, das nach seinem Verhalten mit großer Wahrscheinlichkeit als Stärke anzusprechen ist. Wo die Befunde diese Natur nicht vollkommen deutlich ergeben, kann im übrigen auch ein unvollendeter Aufbau oder ein beginnender Abbau vorliegen. Ein Abbau dieses Assimilationserzeugnisses (angegeben übrigens schon 1877 durch KOSMANN; vgl. ABDERHALDEN: Handlexikon, 1911, II, 127) geschieht in der Flechte regelmäßig im Laufe des Winters oder bei Verdunkelung. Es verschwinden dabei vorzugsweise vollständig die Körnchen, die außerhalb der Gonidien den Hyphen angelagert sind. Die Hyphen des Flechtenpilzes besitzen, wie mich besondere Versuche lehrten, die Fähigkeit, ihnen anliegende Stärkekörner (Reisstärke) in Kürze anzugreifen. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß der Flechtenpilz auch im Thallus zur Lösung des fraglichen Kohlehydrats von sich aus beizutragen vermag. Damit hätten wir zum ersten Male die Ernährungsbeziehung zwischen Alge und Pilz klar vor uns. Ohne daß

die lebende Alge vom Pilz selbst angegriffen wird, bietet sie diesem ein Erzeugnis sogar außerhalb ihrer Gallertmembran dar. Daß dieses sich außerhalb in stärkeartiger Form abscheidet, ist bei näherer Überlegung nicht so verwunderlich, wie man zuerst glauben könnte. Der Durchtritt durch die Membran muß natürlich in gelöster Form erfolgen, oder, genau so wie z. B. bei den Florideen abseits vom Chromatophor die Kondensation von Stärke mehr oder weniger vollkommen erfolgt, genau so erfolgt sie hier unmittelbar an der Gallerthülle, und zwar mit deutlichstem Erfolge in der Zeit der stärksten Assimilation der Gonidien, d. h. in der warmen und hellen Jahreszeit (vgl. EULER: Pflanzenchemie, 1909, II, 236). Es ist damit nicht gesagt, daß der Pilz nicht auch zur gleichen oder zu anderen Jahreszeiten etwa unmittelbar Zucker auf dem Wege der Diffusion von der Alge erhalten und aufnehmen könnte. Es dürfte gerade in der besten Jahreszeit ein gewisser Überschuß solcher Körper vom Pilz aufgenommen und dann außerdem auch außerhalb in die andere (Stärke-) Form übergeführt werden, genau so, wie das zu verschiedenen Zeiten auch innerhalb der Algenzelle geschieht. Es ist weiter einleuchtend, daß in der kalten Jahreszeit die Assimilation der Gonidienschicht auch an hellem Standort wesentlich herabsinkt, und in dieser Zeit wird der Pilz auch von den innerhalb der Gonidien liegenden Stärkekörnern mittelbar oder unmittelbar zu zehren beginnen.

Zur Beachtung!

Innerhalb Deutschlands erhalten die Mitglieder die Berichte durch den Postzeitungsvertrieb. Für **pünktliche und regelmäßige Zustellung** der Berichte ist **die Post verantwortlich.** Beschwerden über Ausbleiben des Heftes (am Ende jeden Monats mit Ausnahme von August und September) sind **innerhalb 4 Wochen an die zuständige Poststelle zu richten**, welche **zur kostenlosen Nachlieferung** fehlender Hefte **unbedingt verpflichtet** ist. **Bei Wohnungswechsel** ist die Umleitung der Zeitschrift bei dem zuständigen Postamt unter Beifügung einer Umschreibegebühr **unter allen Umständen** zu **beantragen**, da sonst leicht Hefte verloren gehen können. Zugleich ist der Wohnungswechsel der Mitglieder auch Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15, bekanntzugeben.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen **Manuskripte** für die Sitzungen im Jahre **1924 mit genauer Angabe der Adresse des Absenders und vollständig druckreif** an Herrn Geh. Regierungsrat Prof Dr. **A. Zimmermann, Berlin-Steglitz**, Schildhornstr. 89, zu senden. Den Mitgliedern können **kostenlos nur 2 Arbeiten von je 6 Druckseiten in normalem Druck und der Raum einer Seite für Textfiguren in Strichätzung jährlich** zugestanden werden. **Alle Mehrkosten**, die durch Ueberschreiten der im Vorstehenden festgesetzten Bedingungen entstehen, **insbesondere auch die Kosten für Petitdruck im Text, Druck von Tabellen und Autorkorrekturen, sind vom Autor zu tragen.** Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke und Korrekturen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen sind zu senden an Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1924.

Für die Generalversammlung: G. Haberlandt, Präsident; C. Correns, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: A. Zimmermann, Vorsitzender; H. Harms, 1. Stellvertreter; R. Pilger, 2. Stellvertreter; B. Leisering, 1. Schriftführer; K. Snell, 2. Schriftführer; F. Herrig, 3. Schriftführer; Schatzmeister: E. Tiegs.

Redaktionskommission: A. Zimmermann, B. Leisering, K. Snell, F. Herrig, A. Engler, H. Miehe, C. Correns.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): L. Diels, R. Kolkwitz, F. Duysen, H. Miehe, M. Burret.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke kostenfrei.** Sonderdrucke werden nur mit einem Rückenfalz versehen, d. h. ohne Umschlag, geliefert.
2. Werden mehr als 50 Abzüge gewünscht, so muß die Bestellung der Ueberzahl vor der letzten Korrektur erfolgen; die Kosten für die Mehrabzüge werden besonders berechnet und sind vom Verfasser zu tragen.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

GENERALVERSAMMLUNGS-HEFT.

SCHLUSSHEFT.

AUSGEGEBEN AM 23. APRIL 1924.

BERLIN.
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a.

1924. Made in Germany

Inhaltsangabe zum Generalversammlungs-Heft.

Nur für die Empfänger des Bandes XL (1922) liegt diesem Hefte die Bildnista[fel] bei, die zu dem im vorigen Generalversammlungsheft (1922) erschienenen Nach[ruf] auf S. Schwendener gehört.

BAND XLI. JAHRGANG 1923.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

GENERALVERSAMMLUNGS-HEFT.

(SCHLUSSHEFT.)

AUSGEGEBEN AM 23. APRIL 1924.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRAEGER,
W 35 Schöneberger Ufer 12a.
1923. Made in Germany

Inhaltsangabe zum Generalversammlungs-Heft.

Nur für die Empfänger des Bandes XL (1922) liegt diesem Hefte die Bildnistafel bei, die zu dem im vorigen Generalversammlungsheft (1922) erschienenen Nachruf auf S. Schwendener gehört.

Mitgliedsbeitrag.

Der Beitrag für 1924 mußte für die **in Deutschland** wohnenden Mitglieder, die ihn bisher noch nicht bezahlt und auch keine Teilzahlung geleistet haben, auf **15 Rentenmark** erhöht werden. **Alle anderen Mitglieder** bezahlen entweder **4,5 Dollar** oder den entsprechenden Gegenwert in ihrer Landeswährung.

Langjährigen und wirtschaftlich schwachen Mitgliedern kann der Vorstand auf schriftlichen Antrag eine andere, von der vorstehend festgelegten abweichende Zahlungsweise einräumen.

Jede freiwillige Erhöhung der oben genannten Beiträge wird mit größtem Danke begrüßt werden; sie wird zur besseren Ausstattung unserer Berichte verwendet werden.

Bei der Einsendung der Beiträge bitten wir **nur** diejenige Adresse angeben zu wollen, die für die Zusendung der Berichte maßgebend sein soll. Die Zusendung der Berichte geschieht auf Gefahr des Empfängers. Erfüllungsort ist Berlin.

Alle Geldsendungen aus Deutschland werden franko erbeten auf das Postscheckkonto der „Deutschen Botanischen Gesellschaft E.V. Berlin Nr. 35398 bei dem Postscheckamt in Berlin NW 7“.

Alle Geldsendungen aus dem Auslande werden franko erbeten an den Schatzmeister: Dr. E. Tiegs, Berlin-Steglitz, Bismarckstr. 66, an den man auch alle auf die Bezahlung der Beiträge bezüglichen Schriftstücke senden wolle. Diese Auslandszahlungen erbitten wir **nur in Noten**, bei Einsendung von Schecks tritt ein Zuschlag von 10 % hinzu. Dieser Zuschlag entspricht dem Betrage, den die Gesellschaft für das Einlösen dieser Schecks bezahlen muß.

Das Botanische Zentralblatt kann von den Mitgliedern zum Vorzugspreis nur **direkt** von dem Verlag **Gustav Fischer**, Jena, bezogen werden.



Gustav Lindau

Zur Beachtung! *Nur für die Empfänger des Bandes XL (1922) liegt diesem Hefte die **Bildnistafel** bei, die zu dem im vorigen Generalversammlungsheft (1922) erschienenen Nachruf auf **S. Schwendener** gehört.*

Bericht

über die

am 6. August 1923 im Hörsaal des mineralogisch-petrographischen Institutes der Technischen Hochschule in Dresden

abgehaltene

siebenunddreißigste Generalversammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft.

In Vertretung des abwesenden Präsidenten Herrn R. V. WETTSTEIN eröffnete um 9¼ Uhr Herr H. MIEHE die Versammlung. Er erteilt Herrn O. DRUDE das Wort, der an Stelle des leider jüngst verstorbenen Prof. NEGER die Versammlung in Dresden begrüßt und das Programm der Tagung mitteilt. Darauf gedenkt Herr H. MIEHE der im verflossenen Jahre gestorbenen Mitglieder der Gesellschaft:

W. O. FOCKE (Bremen), gestorben am 29. September 1922,
MARTIN HEINRICH (Rostock), gestorben im August 1922,
LORENZ HILTNER (München), gestorben am 6. Juni 1923,
CARL HOLTERMANN (Berlin), gestorben im Sommer 1923,
ALFRED KOCH (Göttingen), gestorben am 22. Juni 1922,
FRIDOLIN KRASSER (Prag), gestorben am 24. November 1922,
ALFRED MÖLLER (Eberswalde), gestorben am 4. November 1922,
F. W. NEGER (Dresden), gestorben am 6. Mai 1923,
FRITZ SCHANZ (Dresden), gestorben am 22. Januar 1923,
EMANUEL SENFT (Wien), gestorben im Juli 1922,
A. ZANDER (Berlin-Halensee), gestorben am 23. April 1923.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren der Verstorbenen von ihren Plätzen.

Dann erhält der Schatzmeister Herr E. TIEGS das Wort für den Kassenbericht [s. S. (10)]. Als Kassenrevisoren fungierten die Herren F. HERRIG und K. KRAUSE. Die Versammlung erteilt dem Schatzmeister Entlastung.

Ein Antrag von Herrn O. DRUDE, für kleine Nebenausgaben während der Tagung eine Umlage von 10000 Mark zu erheben, wird einstimmig angenommen.

Es folgt darauf die Beratung der vom Vorstand vorgeschlagenen Satzungsänderungen. Herr H. MIEHE teilt mit, daß der auf der Tagung in München 1921 genehmigte Antrag, betr. das Botanische Zentralblatt, nicht gültig ist, da der Registerrichter unter Bemängelung des Protokolls der Versammlung Widerspruch erhoben hat, so daß eine neue Abstimmung nötig ist. Der Antrag lautet folgendermaßen:

„Es möge das bisher von der »Association internationale des botanistes« herausgegebene Botanische Zentralblatt, das in der alten Form nicht weitererscheinen kann, in Zukunft mit Unterstützung der Deutschen Botanischen Gesellschaft herausgegeben werden."

Der Antrag wird angenommen.

Infolge dieses Beschlusses wird die Einsetzung einer dreigliedrigen, alle zwei Jahre von der Mitgliederversammlung zu wählenden „Zentralblatt-Kommission" vorgeschlagen. Auch dieser Antrag wird angenommen.

Demnach werden folgende Änderungen der Satzungen notwendig:

§ 6 erhält einen neuen Absatz 2: „durch Unterstützung der Herausgabe des Botanischen Zentralblattes".

Der bisherige Absatz 2 erhält die Ziffer 3.

§ 19 erhält einen neuen Absatz 3: „3. Eine aus drei ordentlichen Mitgliedern bestehende Kommission zur Mitwirkung bei der Herausgabe des Botanischen Zentralblattes."

§ 24 erhält einen Zusatz hinter „Jahr", Zeile 4: „die der Zentralblatt-Kommission auf zwei Jahre".

§ 23 erhält einen zweiten Satz mit folgendem Wortlaut: „Die Wahl der Zentralblatt-Kommission erfolgt durch die Mitgliederversammlung."

Diese Änderungen werden angenommen.

Ferner beantragt der Vorstand die Änderung der Satzungen in § 29 und § 31, die nunmehr lauten sollen:

§ 29: „Der Austritt aus der Gesellschaft erfolgt durch ausdrückliche Erklärung. Wer mit der Zahlung fälliger Beiträge für drei Jahre trotz schriftlicher Mahnung im Rückstande bleibt, kann auf Beschluß des Vorstandes von der Liste der Mitglieder gestrichen werden."

§ 31: „Tod, Austritt, Streichung eines Mitgliedes, Konkurs über das Vermögen eines Mitgliedes begründen keinen Anspruch an das Vermögen der Gesellschaft.“

Zur Begründung weist der Vorsitzende darauf hin, daß viele Mitglieder, besonders Ausländer (ca. 80 % der Mitglieder in den Ver. Staaten) seit längerer Zeit keinen Beitrag mehr bezahlen, sich also wohl nicht mehr als Mitglieder betrachten. Es entsteht so eine unnütze Belastung der Gesellschaft durch Portokosten usw. Damit Mitglieder, die sich in wirtschaftlichen Schwierigkeiten befinden, aber der Gesellschaft ihr Interesse bewahren, ihr erhalten bleiben, ist die Fassung gewählt worden: „gestrichen werden kann“. In der Versammlung erhebt sich kein Widerspruch; die obigen Satzungsänderungen werden einstimmig angenommen.

Es erfolgt nunmehr die Neuwahl der Zentralblatt-Kommission. Der Vorsitzende empfiehlt Wiederwahl der bisherigen Kommission, die aus den Herren DIELS, KNIEP, MIEHE besteht. Nachdem auch Herr DRUDE sich für die Beibehaltung der Kommission in ihrer bisherigen Zusammensetzung ausgesprochen hat, werden die genannten Herren durch Akklamation wiedergewählt.

Als Ort der Generalversammlung 1924 wird Berlin bestimmt. Es steht zu hoffen, daß wiederum die drei Gesellschaften in enger Fühlung bleiben; die Freie Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik wird ihre Tagung kurz vor der der Botanischen Gesellschaft in Stettin abhalten, so daß der Besuch beider Versammlungen möglich ist.

Herr O. DRUDE gedenkt dann in warmen Worten des verstorbenen Prof. NEGER und weist auf seine vielseitige Tätigkeit als Lehrer und als Forscher in den Gebieten der Biologie und Mykologie hin.

Nun beginnen die angekündigten wissenschaftlichen Vorträge; Herr G. GASSNER übernimmt den Vorsitz der Versammlung. Er teilt mit, daß die Manuskripte der Vorträge bis zum 1. XI. eingereicht werden müssen. Herr H. MIEHE beantragt, die Zeitdauer der Vorträge auf 20 Minuten zu beschränken; der Antrag wird angenommen.

Es folgt dann der Vortrag von Herrn H. FISCHER: Von Eigenschaften pflanzlicher Quellstoffe [s. S. (11)]. Darauf spricht Herr G. GASSNER (für Fräulein ZEIDLER-Braunschweig) über den Galvanotropismus der Wurzel [s. S. (17)]. Hieran schließt sich der Vortrag von Herrn V. ÚHLELA über CO_2- und pH-Regulation des Wassers durch einige Süßwasseralgen [s. S. (20)]. Schluß der Vorträge 12½ Uhr.

In der Pause bis zum gemeinschaftlichen Mittagessen wurden die Sammlungen und die Bibliothek des Botanischen Institutes unter Führung von Herrn O. DRUDE besichtigt. Am Nachmittag 3[15] Uhr wurde die wissenschaftliche Sitzung im Hörsaal der neuen Technischen Hochschule unter Vorsitz von Herrn A. ZIMMERMANN fortgesetzt. Herr F. OEHLKERS spricht über die Sporenbildung einiger Saccharomyceten [s. S. (31)]. Dann gibt Herr ÚHLELA Demonstrationen zu seinem Vortrag am Vormittag. Es folgt darauf der Vortrag von Herrn A. HEILBRONN über Epinastie [s. S. (33)]. An der sich anschließenden Diskussion beteiligen sich die Herren F. RAWITSCHER, A. HEILBRONN, V. ÚHLELA, G. GASSNER, H. GRADMANN, F. OEHLKERS, H. FISCHER. Dann demonstriert Herr G. GASSNER Abbildungen zu seinem am Vormittag gehaltenen Vortrag. Schließlich spricht Herr E. HEITZ über einen Versuch zur Demonstration des Atmungsvorganges neben der Assimilation [s. S. (41)].

Da noch weitere Vorträge angemeldet waren, fand eine Fortsetzung der wissenschaftlichen Sitzung am 7. VIII. in der Forstakademie in Tharandt statt, wo auch am gleichen Tage die beiden anderen Gesellschaften ihre Versammlungen abhielten. Der Rektor Prof. E. MÜNCH begrüßte 9[50] Uhr die drei Gesellschaften in der Aula und berichtete unter Vorlage von reichem Material in vorläufiger Mitteilung über seine Studien an höheren Pilzen des Waldbodens:

„Biologisch lassen sich diese einteilen in Pilze, deren Fruchtkörper
1. nur im Bereich von Baumwurzeln vorkommen,
2. unabhängig von Baumwurzeln, auch auf Wiesen usw. gelegentlich erscheinen.

Eine einigermaßen vollständige Liste der Arten dieser beiden Gruppen läßt sich noch nicht aufstellen. Von den häufigeren Gattungen gehören zur ersten dieser Gruppen alle Arten von *Boletus*, *Amanita*, *Russula*, der Tuberaceen, viele *Lactaria*- und *Limacium*-Arten, *Scleroderma*. Zur zweiten Gruppe gehören viele Arten von *Clitocybe* (namentlich *nebularis*, *cerrusata*, *candida*), *Tricholoma*, *Psalliota*, *Hydnum*, *Lepiota*, *Marasmius*, *Collybia*, *Clavaria*, Morcheln, Lorcheln u. a.

Der Vortragende hat eine größere Zahl solcher Pilze beider Gruppen in Reinkultur genommen und führt Reinkulturen der folgenden Pilze vor, die mit Ausnahme der eingeklammerten neu sind:

Zur ersten Gruppe: *Amanita mappa*, *muscaria*, *pantherina*, *phalloides*, *regalis*, *rubescens*. — *Boletus bovinus*, *Boudieri*, *cavipes*, *chrysentericus*, *edulis*, (*elegans*), *felleus*, (*luteus*), *rufus*, *scaber*, *subtomentosus*,

variegatus. Lactaria necator, Paxillus involutus, Scleroderma vulgare. Von anderen Pilzen dieser Gruppe, *Russula*arten, *Lactaria glyciosma, subdulcis, Limacium lucorum* u. a., war das Myzelwachstum in verschiedenen Nährböden so schwach, daß die Reinkultur nicht gelang.

Aus der zweiten Gruppe wurden Reinkulturen gezeigt von *Clitocybe candida*, (*cerrusata*), (*nebularis*). — *Lepiota* (*rhacotes*), *Psalliota* (*campestris*), *Tricholoma* (*bicolor*).

Die Reinkulturen der ersten Gruppe konnten nur in der Weise gewonnen werden, daß kleine Stückchen aus dem Innern der Fruchtkörper auf den Nährboden übertragen wurden. Die Sporen dieser Pilze konnten bisher auch von anderen Autoren trotz vieler Versuche nicht zur Keimung gebracht werden. Auch Versuche des Vortragenden, sie auf lebenden, steril erzogenen Baumwurzeln keimen zu lassen, waren bis jetzt erfolglos. Nur von *Limacium lucorum*, dessen Fruchtkörper streng an die Nähe von Lärchenwurzeln gebunden sind, wurden in der Reinkultur unter gewissen Umständen (besonders in der Nähe von Verunreinigungen durch rosa Hefe) längere Keimschläuche beobachtet, die sich aber nicht weiter entwickelten.

Die Myzelien vieler dieser Pilze sind in der Reinkultur äußerst empfindlich gegen die Reaktion des Nährbodens, die meisten wachsen nur in annähernd neutralem Boden, auf schwach alkalischem nur dann, wenn das aufgeimpfte Myzelstück groß genug ist, um die nächste Umgebung zu neutralisieren (ermittelt durch Lakmuszusatz zum Agarnährboden). Saure Reaktion, nach Zusatz von Zitronensäure, vertrugen nur *Boletus scaber, rufus, subtomentosus, Amanita mappa, muscaria*, weniger *rubescens*. Diese wachsen auch auf saurer Gelatine gut, die übrigen am besten auf neutralem Agar nach Zusatz von Malz- und Fleischextrakt oder Pepton und Traubenzucker. Das Myzelwachstum der meisten dieser Pilze ist in Reinkultur nur sehr langsam. Der Steinpilz bildet nur trägwüchsige, klumpige Myzelmassen. Im Gegensatz zu den Holz- und Schimmelpilzen dringen sie oft auffallend tief in das luftarme Substrat ein. Besser und mit reichlicherem Luftmyzel wachsen *Boletus luteus, elegans, bovinus, variegatus, scaber, Boudieri*, auch *Paxillus involutus*, der, wie in der Natur, ein gelbbraunes Myzel bildet. Die von MELIN an *Boletus elegans* und *luteus* gemachte Beobachtung, daß sie auf sterilisiertem Humus nicht wachsen, bestätigt sich für sämtliche Pilze dieser Gruppe, nur *Boletus felleus* ist weniger empfindlich. An *Boletus*arten wurden Schnallen nicht gefunden, dagegen bildeten die übrigen regelmäßig Schnallen. Das Myzel von *Amanita mappa* zerfällt bald in Gemmen.

Die Pilze dieser ersten Gruppe sind zweifellos an der Bildung der ektotrophen Mycorrhizen der Waldbäume beteiligt, was auch durch Nachgraben an den vom Fruchtkörper ausgehenden, zu Mycorrhizen hinführenden Myzelsträngen oft mit großer Wahrscheinlichkeit bestätigt werden kann. In bloßem Humus sind sie entweder nicht lebensfähig oder wenigstens nicht zur Fruchtkörperbildung befähigt. Reine Parasiten der Baumwurzeln sind sie jedoch nicht, denn Reinkulturen von *Scleroderma*, *Paxillus*, *Amanita* und *Boletus*arten, auf frei im feuchten Raum wachsende, steril erzogene Eichen-, Fichten- und Kiefernwurzeln gebracht, entwickelten sich nicht oder nur spärlich weiter. Versuche der Synthese von Mycorrhizen nach der von MELIN ausgearbeiteten und angewandten Methode sind noch nicht abgeschlossen[1]).

Manche dieser Pilze sind, wie bekannt, an bestimmte Wirtspflanzen gebunden. So findet sich im Tharandter Forstgarten *Limacium lucorum* und *Boletus elegans* ausschließlich unter Lärchen, letzterer an *Larix europaea*, *leptolepis*, *dahurica*, *sibirica*, *orientalis*, *Pseudolarix Kämpferi*. *Boletus Boudieri* kommt nur an 5nadeligen Kiefern vor, hier beobachtet an *Pinus Strobus*, *monticola*, *Peuce*, *Lambertiana*. *Lactaria necator* wurde in dem pilzreichen Sommer 1922 regelmäßig und ausschließlich an Birken gefunden.

Die Pilze der zweiten Gruppe sind auch daran zu erkennen, daß sie häufig in Hexenringen wachsen, was bei denen der ersten Gruppe nicht vorkommt. In Hexenringen ist das Myzel, das den durchwachsenen Humus dicht verspinnt, leicht zu beobachten. Es bildet mit den Baumwurzeln keine Mycorrhizen, es scheint sie vielmehr zu schädigen und selbst zu töten. Es ernährt sich ausschließlich von Humus oder Laub. Die Sporen dieser Pilze keimen und ihre Myzelien wachsen leicht und rasch auf allen möglichen sauren Nährböden, auch auf sterilisiertem Humus. Die Reinkultur solcher Pilze ist deshalb auch schon vielfach gelungen. Für die Zersetzung der organischen Stoffe und die Humusbildung im Walde dürften diese Pilze von Bedeutung sein."

Die Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft nahmen nach Gefallen am Vormittag an den Versammlungen der anderen Vereinigungen teil; am Nachmittag wurden die Vorträge fortgesetzt.

Zunächst sprach Herr H. GRADMANN über die Windschutzeinrichtungen an den Spaltöffnungen: „Wie stark durch den

1) Der Vortragende hatte solche Synthesen mit steril erzogenen Eichen, die mit Trüffelsporen beimpft wurden, schon im Jahre 1907 versucht, aber nach 2 Jahren kein Ergebnis erhalten.

besonderen Bau der eingesenkten Spaltöffnungen die Diffusion des Wasserdampfs herabgesetzt wird, hat RENNER klargelegt. Darin kann aber die Bedeutung der Einrichtung nicht liegen. Denn eine Verringerung der Zahl oder Größe der Spaltöffnungen hätte denselben Erfolg, und doch finden sich an Pflanzen trockener Standorte neben einer solchen Verringerung stets die eigentümlichen äußeren Atemhöhlen oder ähnliche Einrichtungen, die demnach eine besondere Erklärung verlangen. Diese ergibt sich aus einigen physikalischen Versuchen: Über Kalilauge, die offen aufgestellt ist, und die daher Kohlensäure aus der Luft aufnimmt und Wasserdampf abgibt, wird Wind von verschiedener Stärke geleitet. Es zeigt sich, daß die CO_2-Aufnahme durch den Wind lange nicht in dem Maße gefördert wird wie die H_2O-Abgabe; je lebhafter der Wind ist, desto mehr verschiebt sich das Verhältnis zu Ungunsten der Kohlensäure, und diese Erscheinung ist so zu erklären, daß sich an der Oberfläche der Kalilauge eine etwa 0,5 μ dicke Wasserschicht befindet, durch die die Kohlensäure erst hindurchdiffundieren muß, ehe sie absorbiert wird. Der Wind, der unverbrauchte Luft an die Oberfläche heranführt, kann also die CO_2-Aufnahme niemals so steigern wie die Wasserabgabe. Ganz ebenso muß die Wand der Pflanzenzelle wirken: der Wasserdampf wird an ihrer äußeren Oberfläche abgegeben, die Kohlensäure aber erst innerhalb des Plasmas absorbiert, das Verhältnis von CO_2-Aufnahme und H_2O-Abgabe wird hier durch den Wind in derselben Weise wie bei der Kalilauge verändert, und jede Einrichtung, die den Wind von den wassergetränkten Zellwänden abhält, ermöglicht eine verhältnismäßig reichliche Kohlensäureaufnahme. Es läßt sich nun zeigen, daß die eingesenkten Spaltöffnungen in ihrem ganzen Bau darauf abgestimmt sind, als Windschutzeinrichtungen zu wirken. Ihr Nutzen liegt also darin, daß sie den Wind vom Assimilationsgewebe abhalten, der die Transpiration viel mehr steigern würde als die CO_2-Aufnahme. Daß die Transpiration durch die äußeren Atemhöhlen herabgesetzt wird, ist zwar richtig, das wesentliche aber ist, daß trotz der Herabsetzung der Transpiration eine verhältnismäßig reichliche Kohlensäureaufnahme ermöglicht wird." (Ausführliche Arbeit in den Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik, Bd. 62, 1923.) An den Vortrag schloß sich eine Diskussion, an der sich die Herren V. ÚHLELA, H. GRADMANN, B. LÖFFLER, E. MÜNCH, A. ZIMMERMANN und H. FISCHER beteiligten.

Es folgte dann ein Vortrag von Herrn A. SCHADE, der zu-

gleich als Vorbereitung für die in Aussicht genommene Exkursion der Freien Vereinigung gedacht war, über die kryptogamischen Pflanzengesellschaften an den Felswänden der Sächsischen Schweiz [s. S. (49)]. Da die Zeit drängt, bricht Herr SCHADE seinen Vortrag ab, um seine weiteren Ausführungen am nächsten Tage auf der Sitzung der Freien Vereinigung in Pillnitz zu bringen. Schließlich spricht noch Herr K. O. MÜLLER über die Faktoren der Anthozyanbildung bei der Kartoffel [s. S. (60)]. Die Sitzung wurde um 5[15] Uhr geschlossen, worauf noch der Forstgarten der Akademie unter Führung von Herrn Prof. E. MÜNCH besichtigt wurde.

Am Mittwoch, dem 8. VIII., besuchten die Mitglieder der drei Gesellschaften am Vormittag den Botanischen Garten in Dresden, wobei besonders die pflanzengeographischen Anlagen, die Herr O. DRUDE demonstrierte, lebhaftes Interesse erweckten. Im großen Gewächshaus hielt ferner Herr DRUDE unter Benutzung eines reichen, dort aufgestellten Pflanzenmaterials einen Vortrag über die Beziehungen von Physiognomie und Phylogenie. Darauf wurde die Tagung vom Vorsitzenden um 11 Uhr geschlossen.

Geführt von den Herren O. DRUDE und A. SCHADE unternahm man am Donnerstag, dem 9. VIII., bei herrlichstem Wetter einen Ausflug in das Basteigebiet der Sächsischen Schweiz. Der steile Aufstieg von Rathen aus zur Vehmhöhle zeigte die Neubesiedlung der alten Steinbruchshalden im Vergleiche mit der ursprünglichen Laubwaldbedeckung. Nach dem Genusse der Basteiaussicht durchwanderte man die Schwedenlöcher, den Amsel- und Uttewalder Grund, um die für das ganze Gebiet so charakteristischen Moos-, Flechten- und Algenassoziationen kennenzulernen [vgl. S. (49)]. Besonders erfreute sich das Auge an dem prächtigen Leuchten von *Schistostega osmundacea* und *Chromulina Rosanoffii*.

In die Anwesenheitsliste hatten sich folgende Mitglieder eingetragen:

BAVENDAMM, WERNER (Berlin).
BOAS, FRIEDRICH (Weihenstephan).
CHRISTIANSEN, WERNER (Kiel-Gaarden).
DRUDE, O. (Dresden).
ELSSMANN, E. (Geisenheim a. Rh.).
ESDORN, ILSE (Braunschweig).
ESMARCH, FERDINAND (Dresden).
FARENHOLTZ, H. (Bremen).
FISCHER, HUGO (Essen-Rh.).
FLEISCHER, MAX (Berlin).
FUNK, GEORG (Gießen).
GASSNER, GUSTAV (Braunschweig).
GLEISBERG, WALTHER (Proskau).
GRADMANN, HANS (Erlangen).
HAASE-BESSELL, GERTRUD (Dresden).
HEIL, HANS (Darmstadt).

HEILBRONN, ALFRED (Münster i. W.).
HEITZ, EMIL (Weihenstephan).
HIRMER, MAX (München-Nymphenburg).
HÖSTERMANN, G. (Berlin-Dahlem).
KARSTEN, GEORGE (Halle).
KOLBE, R. W. (Berlin-Dahlem).
KOSTYTSCHEW, S. (St. Petersburg).
LIESKE, RUDOLF (Leverkusen).
LÖFFLER, BRUNO (Tharandt).
MATTFELD, JOH. (Berlin-Dahlem).
MENZEL, PAUL (Dresden).
MEYER, FRITZ JÜRGEN (Braunschweig).
MIEHE, HUGO (Berlin-Lichterfelde).
MORSTATT, H. (Berlin-Dahlem).
MÜLLER, K. O. (Berlin-Dahlem).
MÜNCH, E. (Tharandt).
NAUMANN, ARNO (Pillnitz).
NOACK, KONRAD LUDWIG (Würzburg).
OEHLKERS, FRIEDRICH (Tübingen).
PABISCH, H. (Wien).
PASCHER, A. (Prag).
PFEIFFER, HANS (Bremen).
PIESCHEL, ERICH (Würzburg).
PILGER, R. (Berlin-Dahlem).
RABANUS, ADOLF (Uerdingen).
RAWITSCHER, F. (Freiburg i. Br.).
SANDT, WALTER (München).
SCHADE, A. (Dresden).
SCHILLING, ERNST (Sorau).
SCHÜRHOFF, PAUL N. (Berlin).
SCHWEDE, RUDOLF (Dresden).
SIERP, HERMANN (Halle).
SIMON, HEINRICH JOSEPH (Dresden).
SNELL, KARL (Berlin-Steglitz).
TIEGS, E. (Berlin-Steglitz).
TISCHLER, GEORG (Kiel).
TOBLER, FRIEDRICH (Sorau).
ÚHLELA, VLADIMIR (Brünn).
VOIGT, ALFRED (Hamburg).
WEBER, ULRICH (Jena).
WOLLENWEBER, H. W. (Berlin-Dahlem).
YAMAGUCHI, YASUKE (Berlin-Lichterfelde).
ZIMMERMANN, ALBRECHT (Berlin-Steglitz).

Als Gäste nahmen an den Verhandlungen teil folgende Damen und Herren: BEIKING, H. (Braunschweig); BRANDES, E. (Dresden); BREMER, H. (Proskau); CORRENS, ERICH (Dresden); FLIEG, O. und Frau (Ludwigshafen); FREY, LUCY (Riga); FUHRMEISTER, W. (Eichwalde); GÜNTHER, HANS (Berlin-Steglitz); KRAUSE, RUDOLF (Dresden); MATTIESS, FRITZ (Dresden); MEYER (Landsberg a. W.); MÜLLER, HILDEGARD; OLSZEWSKI (Dresden); PETERSEN, KARL (Lübeck); RAWITSCHER, Frau (Freiburg i. Br.); REINHOLD, P. (Wien); REINHOLD-WINTER (Wien); RÖSLER, O.; SPERLING, ERNST (Sinsleben); THIELMANN, MARIE (Riga).

H. MIEHE, Vorsitzender.

R. PILGER, Schriftführer.

Anlage.

Rechnungsablage für das Jahr 1922.

		M.	Pf.	M.	Pf
Vortrag aus 1921		1 630	56		
Einnahme					
aus Beiträgen, Bankzinsen, Stiftungen, Druckmehrkosten		670 897	51	672 528	07
Ausgaben:					
Berichte Band XL, Heft 1—10, einschl. Versand[1])	349 461,35 M.				
Für Berichte früherer Jahre	39 806,60 „				
	389 267,95 M.				
Geschäftsbedürfnisse	21 589,31 „			410 857	26
Bestand am 1. Januar 1923				261 670	81

Kriegsanleihe		35 000 M.
Stiftung für das KÖHLREUTER-Denkmal		700 „
RUDOLF-MARLOTH-Stiftung:		
in Wertpapieren . . .	10 500 M.	
Zinsen	450 „	10 950 „
KARL-HEINZ-THOST-Stiftung:		
in Wertpapieren . . .	12 800 M.	
„ „ . . .	10 700 „	
„ bar	101 900 „	125 400 „
Sonstiges (Stifterkonto)		50 000 „
		222 050 M.

Berlin-Dahlem, den 29. Juni 1923.

Der Schatzmeister:
(gez.) E TIEGS.

Geprüft und richtig befunden:

Berlin-Steglitz, den 31 Juli 1923.

(gez) FRIEDRICH HERRIG. (gez.) KURT KRAUSE.

1) Die Abrechnung für das Generalversammlungsheft 1922 erfolgt im Jahre 1923, weil der Druck erst im Mai, also im Geschäftsjahr 1923, erfolgt ist.

Mitteilungen.

(I.) Hugo Fischer: Von Eigenschaften pflanzlicher Quellstoffe.

Schon vor Jahren habe ich Zweifel geäußert, ob die Mizellarhypothese von NÄGELI mit den Tatsachen der Quellung usw. übereinstimme[1]), habe aber bei meinen Fachgenossen bisher wenig Gehör gefunden. Über das Warum unterlasse ich es, nähere Betrachtungen anzustellen. Es genügt aber jener Theorie gegenüber nicht das Zugeständnis, daß sie hier und da zu modifizieren sei — an die Grundlagen muß die einreißende und wieder aufbauende Hand gelegt werden.

Betrachten wir zuvor in Kürze, was denn die „Kolloid-Chemie“, die wohl besser „Kolloid-Physik“ heißen sollte, uns für Grundbegriffe an die Hand gibt: Es gibt eigentlich keine Körperklasse der Kolloide, sondern jeder chemische Körper kann im „kolloiden Zustand“ vorliegen, wenn seine Teilchengröße gewisse Maße einhält: kleiner als die kleinsten im Mikroskop noch sichtbaren Teilchen, größer als die Molekeln der anorganischen Chemie. Freilich gibt es nun doch eine Körperklasse der organischen Kolloide, d. s. solche Verbindungen, deren Molekeln von Natur schon jene Größe haben und nicht erst, wie Metalle oder Metallsalze, künstlich zu der kolloidalen Größenordnung gebracht werden müssen. Diese natürlichen Kolloide, Stärkemehl, Zellulose, das Heer der Eiweißkörper, die sind es naturgemäß, die das Interesse der Biologen erregen mußten. Seltsam nur, daß man sich immer wieder mit einer alten Hypothese begnügt hat und niemals auf die Widersprüche zwischen ihr und gewissen Beobachtungstatsachen aufmerksam geworden ist.

Nach NÄGELI soll das Wesen der Quellung darin bestehen: Im wasserfreien Kolloid liegen die kristallinischen Mizellen, aus denen dasselbe aufgebaut ist, bis zur Berührung genähert, Fläche an Fläche nebeneinander. Tritt Wasser hinzu, so wird es von den

1) Vgl. COHNs Beitr. z. Biol. d. Pfl., 8, 1898, 53 ff. — Beih. z. Bot. Centrbl. 12, 1902, 226 ff. — Ebd. 18, I, 409 ff. — Ztschr. Physikal. Chem. 1908. 480 ff.

Oberflächen der Mizellen durch Adhäsion angezogen (wie in einer Kapillare), dringt dazwischen und drängt die Mizellen mit Gewalt auseinander, ohne jedoch die Kohäsion dieser aufzuheben. Diese Hypothese enthält mindestens zwei Unmöglichkeiten: Erstens das Bestehen innerer Oberflächen in einem festen Körper, dessen Massenteilchen sich „bis zur Berührung" genähert sind. Wie denn in einem Stück Bergkristall oder Kalkspat? Sind denn da die Massenteilchen noch näher als bis zur Berührung gebracht? Denke ich mir die Wände einer Kapillare bis zur Berührung genähert, dann ist es eben keine Kapillare mehr, sondern ein Glasstab, und keine Kapillaritäts-Erscheinung mehr darin zu beobachten! Zweitens: ist die Quellung eine reine Kapillarwirkung, dann müssen auch wasserfreie Flüssigkeiten, die sich sonst physikalisch dem Wasser ganz ähnlich verhalten, wie Alkohol u. a., die gleiche Erscheinung zeigen, die aber (außer an Kautschuk!) an keinem Kolloid Quellung bewirken.

In dieser Richtung liegen auch die längst bekannten, verschiedentlich zitierten, aber niemals kritisch verwerteten Versuche von ASKENASY[1]). Dieser brachte einen Stoß blank geputzter Deckgläschen zwischen die Backen eines ZEISSschen Deckglastasters, ließ dann Wasser, Alkohol u. a. daran treten, und maß, was sich zeigte. Hier beobachtete er erst Zusammenziehung (!!!), bei weiterem Zufluß Auseinanderweichen, beim Verdunsten wieder Zusammengehen; aber: mit Alkohol genau so wie mit Wasser, ganz anders also wie beim Befeuchten von Stärkekörnern oder dergl. Beiläufig: auch trockener Sand schwillt beim Befeuchten keineswegs auf, sondern zieht sich zusammen!

Man betrachte sich doch einmal aufmerksam das Bild eines kapillaren Hohlraumes (2 parallele Gerade) mit dem Meniskus einer darin aufsteigenden Flüssigkeit; da sieht man schon geradezu, wie von rechts und links ein Zug ausgeübt wird, nicht ein Druck von mehr als 3000 Atmosphären, mit dem z. B. ein trockenes Stärkekorn seine Quellung beginnt. Und jener kapillare Zug, der springt uns auch aus den Versuchen von ASKENASY entgegen. Man braucht nur einmal zwischen zwei ebene Glasplatten (Objektträger) ein wenig Wasser zu bringen, da kann man sich von dem kräftigen Zug, nicht Druck, direkt überzeugen.

Noch ein anderes: wenn ein Lichtstrahl, in ein befeuchtetes Stärkekorn eingetreten, immer wieder bald Mizellen, bald Wasser-

---

1) ASKENASY, in Verhandl. Naturhist.-Mediz. Ver. Heidelb., N. F. 6, 1898/1901, 381 ff.

schichten passieren müßte, in Größen nahe der mikroskopischen Grenze, dann könnte ein Stärkekorn im Dunkelfeld nicht so völlig optisch leer erscheinen, wie es in der Tat der Fall ist (ganz ebenso auch bei Blutkörperchen). Diese Objekte müßten unbedingt ihre „ultramikroskopische Schaumstruktur" verraten — wenn sie eine hätten. Sie haben aber keine!

Daran ändert es auch nichts, wenn man nach den neueren Methoden der Kristallphotographie mittels Röntgenstrahlen an Zellwänden eine längsgerichtete Mizellarstruktur nachgewiesen hat. Zugegeben! Aber wenn nun die Wand wirklich aus faserförmigen Elementarteilchen aufgebaut ist, — beweist denn das etwas für die Art, wie eine solche Wand quillt? Selbst hundert oder mehr solcher Bilder wären noch kein vollgültiger Ersatz für den fehlenden Beweis, daß die Quellung einer solchen Membran als rein kapillarer Vorgang zwischen jenen Mizellen sich abspielen sollte. Ebenso unkritisch ist es, aus ultramikroskopischen Protoplasma-Untersuchungen Beweise für die Mizellarhypothese herleiten zu wollen. Das Plasma wird dabei als nicht optisch leer beschrieben (andere haben es aber doch optisch leer gesehen — wer hat da Recht?); aber von da bis zum Beweis für die Quellungshypothese nach NÄGELI ist noch ein ungeheuer weiter Schritt! Im Plasma brauchten sich ja nur ultramikroskopische Oeltröpfchen vorzufinden, da wäre es mit der optischen Leere schon aus.

Also, zusammengefaßt: die angeführten Tatsachen genügen vollauf, zu zeigen, daß die Quellung als rein kapillarer Vorgang an kristallinischen Mizellaroberflächen ein unmöglich Ding ist. Zu einer naturgemäßen Deutung der Erscheinungen können wir nur kommen, wenn wir die Quellung als der Lösung verwandt, oder als eine besondere Form der Lösung betrachten. Damit allein ist nun freilich das Kolloidproblem noch nicht gelöst, die Arbeit fängt auf dieser Grundlage erst an. Aber die Grundlage, auf der weiter gearbeitet werden kann, ist damit gegeben, und es liegen auch schon Arbeiten dieser Richtung vor. Erinnert sei hier nur an die Abhandlung von KATZ, Amsterdam, in Kolloidchem. Beihefte **9**, 1916, 1—182, in der der Beweis erbracht ist, daß die Quellung sich ohne Mizellarstruktur durchaus erklären läßt; — eine Arbeit, an der die Botanik schweigend vorübergegangen ist.

Der eine Grundgedanke bei NÄGELI war übrigens durchaus richtig: die Quellung kann nicht an letzten Einheiten von der Größe $C_6H_{10}O_5$ haften, die Einheiten müssen größer sein. Da aber die Wissenschaft längst dazu gelangt ist, den Stärkemolekeln eine wesentlich höhere Größenklasse zuzuschreiben, so ist jede weitere

Annahme, die Molekeln seien zu „Mizellen“ vereinigt, für die Quellungstheorie überflüssig und erledigt. — Auch das ist NÄGELI zuzugestehen, daß seine Hypothese ein großer Fortschritt gegen die älteren Vorstellungen war; denn nach diesen sollte das Kolloid ein „Raumgitter“ darstellen, dessen Hohlräume durch das Quellungswasser ausgefüllt würden — wodurch aber weder die Volumzunahme, noch die Konsistenzänderung begreiflich wurde; dagegen waren die „Mizellen“ immerhin eine Verbesserung!

Es spricht aber ein sehr gewichtiger Grund gegen alle „Struktur“-Theorien der Quellung, so besonders auch gegen die „Wabentheorie“ von BÜTSCHLI: Wenn kolloide Natur mit „Struktur“ verbunden wäre, so müßte nach Zertrümmern der Struktur die kolloide Beschaffenheit aufhören. Das ist absurd. —

Zwei Dinge sind von der Frage nach der Kolloidnatur nicht wohl zu trennen: die Theorie der (künstlichen) Färbung und die der Diffusion und Diosmose.

Als man nach einer Erklärung für die Farbstoffspeicherung in Kolloiden suchte, da meinte man ein Analogon gefunden zu haben in der Verdichtung von Gasen an den Oberflächen fein zerteilter Massen, wie Platinschwamm. Man folgerte daraus, daß auch die Farbspeicherung ein Oberflächenvorgang sei, und gewöhnte sich, überhaupt die Eigenschaften der Kolloide als Wirkungen der (Mizellar-)Oberflächen anzusehen. Dabei übersah man das Eine: mit zunehmender Zerteilung nimmt zwar die Summe der Oberflächen zu, — der kolloide Zustand geht aber immer mehr in den kristalloiden über — ein unauflösbarer Widerspruch! Die ganze Oberflächentheorie der Kolloide ist stark revisions- bzw. reparaturbedürftig.

Das Anfärben kolloider Stoffe muß nun aber nicht auf Oberflächenwirkung beruhen. Es erklärt sich, wie die Quellung, sehr gut auch aus dem Prinzip der Lösung. Das hat seinerzeit sehr klar O. N. WITT (in Färber-Ztg. 1, 1890/91; ref. Chem. Centralbl. 1891, II., 1039) auseinandergesetzt; nur hat er sich wohl später nicht mehr für die Sache interessiert und das Feld ganz der „Adsorptions“-Hypothese überlassen. Zunächst mal gibt es Färbungen, die ganz selbstverständlich auf Lösung beruhen müssen: die Färbung von Oeltröpfchen mit Sudan III oder anderen Fettfarbstoffen; hier kann es sich nicht um ein Anlagern an Mizellaroberflächen handeln, auch nicht um ein Einwandern in Mizellarinterstitien. Es ist eben eine Lösung des Farbstoffes in dem Fett, das die Eigenschaft hat, gerade diesen und nicht jeden beliebigen anderen Farbstoff aufzunehmen. Alle spezifischen Farbstoffe für

Fette, Harze, Kutikula, Suberin usw. sind alkohol-, wenig bis gar nicht wasserlöslich.

Es mögen wohl auch chemische Bindungen mehrerlei Art zwischen Kolloid und Farbstoff vorkommen, aber eine Löslichkeit dieses in jenem muß vorhanden sein, damit der Farbstoff, wie es wirklich geschieht, sich in jedem Falle gleichmäßig in dem kolloiden Körper verteile. Tatsächlich soll aber der (angebliche) Unterschied noch gefunden werden zwischen der Färbung eines Öltröpfchens mit Sudan und der eines Stärkekornes oder Eiweißkügelchens mit Fuchsin oder Gentiana.

Freilich gibt es Fälle, die sich besser durch die Mizellarhypothese zu erklären scheinen: das Nichteindringen von Farbstoffen in gewisse kolloide Körper. Hier ist es eben sehr einfach zu sagen: die Molekeln dieser (selbst kolloiden) Farbstoffe sind zu groß, um in die Mizellarinterstitien hinein zu können. Schön gesagt — ob's aber auch wahr ist? Da habe ich mit Kartoffelstärke und Kongorot eine seltsame Erfahrung gemacht: Bringt man von jener in eine gesättigte wässrige Kongorotlösung, so färbt sich die Stärke nicht, auch bis zum andern Tage nicht. Aber: läßt man das Glas stehen, und sieht nach 4, 6, 8 Wochen wieder nach, dann hat sich ein Teil der Körner bequemt, von dem Farbstoff etwas aufzunehmen. Also es geht doch, wenn auch langsam! Und nun: bekanntlich kann ein Kamel nicht durch ein Nadelöhr gehen, aber, wenn es heut nicht durchkommt, kommt es auch bis übers Jahr nicht durch. Mit den Kongorotmolekeln und den „Mizellarinterstitien" des Stärkekornes muß die Sache doch wohl anders liegen: es findet eben eine Lösung, wenngleich eine sehr langsam fortschreitende Lösung statt. Nun dringt aber Kongorot in Zellwände, selbst in stark verdickte und verholzte, viel rascher ein; sollen hier die „Interstitien" so viel größer sein als die im Stärkekorn? Ferner: wasserlösliches Nigrosin, das nach meinen Beobachtungen in Kartoffelstärke vollkommen unlöslich ist, dringt in die Zellmembran von Schimmelfäden *(Penicillium)* ein, während ebensolche in Kongorot tagelang ungefärbt blieben.

Beide Farbstoffe, Kongorot wie Nigrosin, eignen sich vortrefflich zur Negativfärbung von Bakterien[1]); sie dringen selbst in Zoogloeenschleim nicht ein, obwohl dieser doch nur wenige Prozent Trockenmasse enthält und selbst kolloid ist, also ganz beträchtlich weite „Interstitien" haben müßte.

---

1) S. Ztschr. f. Wiss. Mikrosk., 27, 1910, 475.

Die bekannten Arbeiten von RUHLAND[1]) enthalten viel Interessantes, aber den Beweis für das Vorhandensein von Mizellarinterstitien enthalten sie nicht! Ein kolloider Farbstoff mit seinen abnorm großen Molekeln muß naturgemäß schon in reinem Wasser eine sehr geringe Diffusionsgeschwindigkeit besitzen, zumal auch die treibende Kraft, der osmotische Druck, stark vermindert ist. In einem zähen Medium, wie in erstarrter Gelatine, oder in einem sonstigen Gel, muß die Fortbewegung noch weiter verzögert sein — was Wunders, wenn gerade bei den größten Molekeln eine Diffusionsgeschwindigkeit von 0,0 herauskommt? Diese ist ja doch geradezu von der Molekulargröße abhängig.

Damit kommen wir zur Frage der Diffusion durch kolloide Häute, insbesondere der Plasmahaut. Letztere Frage beschäftigt natürlich die Physiologen ganz besonders, obwohl wir allen Grund haben anzunehmen, daß der Stoffaustausch im Gewebe, von Zelle zu Zelle, unter Umgehung dieses Häutchens durch die „Plasmabrücken" stattfinde. — Nehmen wir das Verhalten einer lebenden Zelle gegen eine verdünnte und eine stärkere Lösung von Kalisalpeter: Als lebensnotwendiges Nährsalz wird dieser aus der verdünnten Lösung aufgenommen, gegen die konzentriertere schließt sich die Zelle ab: Erscheinung der Plasmolyse. Von zu engen Mizellarinterstitien kann nicht die Rede sein, denn durch dieselbe Plasmahaut dringen Farbstoffe (Methylenblau z. B.) ungehemmt hindurch, deren Molekeln beträchtlich größer sind als KNO_3.

Recht interessiert hat mich die Aufnahme, die seinerzeit die „Lipoidtheorie" von OVERTON gefunden hat: sie stieß auf Einwände, wurde aber von den Botanikern ganz unbefangen erörtert. Kaum bemerkt hat man dabei das: OVERTON den kleinen Finger reichen hieß die Mizellarhypothese zum alten Eisen werfen! Denn die Lipoidtheorie setzt als ganz selbstverständlich voraus, daß „durch eine Membran diffundieren" soviel heißt als „in deren Substanz löslich sein". Da ist für Mizellarinterstitien kein Platz mehr! Ob die Theorie im einzelnen richtig sei, bleibe hier unerörtert; der Grundgedanke, daß es auf Lösung hinauskomme, leuchtet jedenfalls ein.

1) RUHLAND, Jb. f. Wiss. Bot., 46, 1908, 1 ff. — 51, 1912, 376 ff. — Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., 31, 1913, 304 ff.

(2.) G. Gassner: Über die Untersuchungen von J. Zeidler zur Frage des Galvanotropismus der Wurzeln.

Vortrag in der Hauptversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft zu Dresden am 6. August 1923 (gekürzt).

Den Ausführungen des Vortragenden lagen Untersuchungen von Fräulein J. ZEIDLER zugrunde, die in den letzten Jahren im Braunschweiger Botanischen Institut durchgeführt sind.

Die Abhängigkeit der auftretenden galvanotropischen Krümmungen von der angewendeten Strommenge: Auftreten positiver Krümmungen bei starker, negativ-galvanotropischer Krümmungen bei schwacher Reizung wurde in vollem Umfang bestätigt. Ausgehend von den älteren Untersuchungen des Vortragenden wurde dann weiter zunächst an der Hand vergleichender Feststellungen über das Auftreten galvanotropischer Krümmungen bei Kultur von Wurzeln in stromdurchflossenen Flüssigkeiten der Nachweis erbracht, daß in allen Fällen und bei Verwendung von Lösungen der verschiedensten chemischen Stoffe die beobachteten Krümmungen nur insoweit von der chemischen Natur dieser Stoffe abhängig sind, als diese das Leitungsvermögen des umgebenden Mediums beeinflussen und damit nach den Gesetzen der Stromverzweigung den auf die einzelne Wurzel tatsächlich entfallenden und diese quer durchfließenden Stromteil bestimmen; giftig wirkende Lösungen führen naturgemäß zu mehr oder minder starker Unterdrückung aller Krümmungserscheinungen. Im übrigen zeigen die Ergebnisse eindeutig, daß eine Erklärung des Galvanotropismus auf dem Umweg des Chemotropismus unmöglich ist, da nicht die Natur der außen befindlichen chemischen Stoffe und deren etwaige Zersetzungsprodukte an der Außenseite der Wurzeln, sondern ausschließlich der tatsächlich durch die Wurzel fließende Strom die galvanotropischen Krümmungen bestimmt.

In den weiteren Versuchen wurde die Versuchstechnik insoweit abgeändert, als die Wurzeln nicht mehr in einem stromdurchflossenen flüssigen Medium, sondern durch lokales Anlegen unpolarisierbarer Elektroden, zwischen denen sich die Wurzeln befanden, gereizt wurden. Der Strom floß von einer der angewendeten Gelatineelektroden quer durch die Wurzel zu der gegenüberliegenden Elektrode, die genau so beschaffen war und die Ausscheidung elektrolytischer Zersetzungsprodukte an der

Berührungsstelle der Wurzel ebenfalls wieder ausschloß. Durch diese Versuchsanstellung war es zunächst möglich, die für die Erzielung galvanotropischer Krümmungen nötigen absoluten Strommengen eindeutig zu bestimmen. Bei einer Elektrodenbreite von 1,5—2 mm und Wurzelspitzenreizung ergeben bei der angewendeten Reizdauer von 1—15 Minuten Strommengen von $^1/_{2500}$ bis $^1/_{400}$ Milliampèrestunden pro Millimeter Wurzellänge negativ galvanotropische Krümmungen, stärkere Reizmengen positive Krümmungen der zu den Versuchen verwendeten Erbsenwurzeln: das Reizmengengesetz galt innerhalb weiter Grenzen. Weiter wurde die ausschließliche Perzeption des Reizes durch die Wurzelspitze für den negativen Galvanotropismus nochmals eindeutig festgestellt, während positive Krümmungen vor allem auch bei Reizung in höheren Wurzelzonen regelmäßig erzielt wurden.

Die scharfe Lokalisierung des Reizes in der Wurzelspitze bei den negativen Krümmungen im Verein mit der von anderen Forschern festgestellten Tatsache einer kataphoretischen Wanderung von Stärkekörnern unter dem Einfluß des elektrischen Stromes ließen den Gedanken einer Beeinflussung des Statolithenapparates der Wurzelspitze durch den Strom und damit eine Erklärung des Galvanotropismus auf dem Umweg des Geotropismus aufkommen. Jedoch konnte diese Möglichkeit dadurch eindeutig widerlegt werden, daß Verlagerungen des Statolithenapparates durch den elektrischen Strom niemals mikroskopisch nachgewiesen werden konnten. Im Gegenteil ließ sich durch Zentrifugieren elektrisch gereizter Wurzeln feststellen, daß der Stromdurchgang eine reversible Erhöhung des Viskositätszustandes des Cytoplasmas der Wurzelzellen bedingt, derart, daß Verlagerungen des Statolithenapparates während der Stromeinwirkung und auch noch gewisse Zeit nach derselben überhaupt unmöglich sind.

Nach diesen negativen Ergebnissen wurde durch genaue anatomische und cytologische Untersuchung elektrisch gereizter Wurzeln ein Einblick in die Wirkungsweise des Stromes, insbesondere in das Zustandekommen der negativ-galvanotropischen Krümmungen, versucht. Die Wirkung des Stromes auf die einzelne Zelle besteht zunächst nur in Veränderungen des Zellkerns, wobei sich in Teilung befindliche Zellkerne deutlich widerstandsfähiger erweisen als ruhende, deren färberisches Verhalten und sonstige Veränderungen, vor allem typische Zusammenballungen und Verlagerungen des Chromatins nach der Anodenseite, Schädigungen erkennen lassen, die innerhalb weniger Stunden zum Tode der ganzen Zelle führen. Prinzipiell wichtig ist nun weiter, daß zunächst stets nur die Kerne und Zellen der dem positiven Pol

zugewendeten Wurzelseite solche Schädigungserscheinungen aufweisen, während die Zellen der negativen Wurzelseite bei allen Strommengen, die negativ-galvanotropische Krümmungen bedingen, ganz oder überwiegend intakt bleiben. Durch Untersuchung verschieden stark gereizter Wurzeln ließ sich in allen Fällen der Nachweis erbringen, daß den auftretenden positiven oder negativen Krümmungen mehr oder minder starke schädigende Beeinflussungen der positiven Wurzelseite parallel gehen.

Die positiven Krümmungen der Wurzeln bei Reizung mit konstantem elektrischen Strom waren früher bereits als reine Schädigungskrümmungen erkannt, die dadurch zustande kommen, daß die dem positiven Pol zugewendete Seite der Wurzel eher geschädigt und abgetötet wird als die entgegengesetzte. Für die noch fraglichen negativ-galvanotropischen Krümmungen wurde also nunmehr auf mikroskopischem Wege der Nachweis erbracht, daß diese ebenfalls auf eine Schädigung der dem positiven Pol zugewendeten Wurzelseite zurückzuführen sind. Negative Krümmungen treten nur dann auf, wenn eine gewisse, den Vegetationskegel einseitig in der Weise treffende Schädigung vorliegt, daß die äußeren Zellgruppen des Vegetationskegels auf der dem positiven Pol zugewendeten Wurzelseite abgetötet werden; die vollständige Übereinstimmung der auf Längsschnitten zu beobachtenden Schädigungsbilder mit dem Auftreten der negativ-galvanotropischen Krümmungen läßt keinen Zweifel daran, daß diese Schädigungen die Ursache der Krümmungen sind. Solche Wurzeln mit elektrischer einseitiger Schädigung des Vegetationskegels krümmen sich genau so von der Reizstelle fort wie Wurzeln, bei denen der Vegetationskegel in anderer Weise einseitig verletzt ist. Damit ist die von dem Vortragenden früher geforderte Deutung der negativ-galvanotropischen Krümmungen als traumatropische Krümmungen endgültig bewiesen und als gleiche Ursache sowohl der positiven wie der negativ-galvanotropischen Krümmungen die polare Schädigung der positiven Wurzelseite festgestellt.

Die weiteren Einzelheiten sollen der ausführlichen Veröffentlichung von Frl. J. ZEIDLER vorbehalten bleiben, der es durch persönliche Umstände leider unmöglich war, den vorstehenden Bericht selbst zu erstatten. An die kurze Darlegung der im Obigen in knapper Form wiedergegebenen Hauptergebnisse schloß sich auf der Dresdener Tagung der Deutschen Botanischen Gesellschaft die epidiaskopische Projektion von Abbildungen der technischen Einzelheiten der Versuchsanstellung, sowie der charakteristischen Schädigungsbilder elektrisch gereizter Zellen und Wurzelgewebe.

(3.) Vladimír Úlehla: Über CO_2- und pH-Regulation des Wassers durch einige Süßwasseralgen.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

Seit einiger Zeit studiere ich den Einfluß der H·-Ionen auf die Zellmembranen der Algen[1]). Zu dieser Fragestellung wurde ich durch die Vermutung geleitet, daß der Zellmembran bei sämtlichen Lebensprozessen der Zelle eine weit größere Bedeutung zukommt, als man dem angeblich toten Gebilde zuzuschreiben geneigt war, eine Bedeutung, die durch leichte Beeinflußbarkeit derselben durch äußere Faktoren nur noch erhöht wird. So fand ich, daß die Apikalzellen des Pilzes *Basidiobolus ranarum* und der Alge *Cladophora* platzen und ihren Inhalt ergießen, wenn sie in ein saueres Medium übergeführt werden. Diese augenblicklich (unter Umständen in Bruchteilen von Sekunden) erfolgenden Explosionen werden durch einen plötzlich gesteigerten Druck der Zellmembran auf den Protoplasten ausgelöst, dieser Druck aber wird durch eine Zustandsänderung der Zellmembran (Dispersität, Hydratation u. dgl.) infolge H·-Ionen-Adsorption verursacht. Daß es sich bei diesen seltsamen mikroskopischen Kraftleistungen tatsächlich um eine adsorptive Beeinflussung der Zellmembrankolloide durch H·-Ionen und nicht etwa um osmotische Erscheinungen handelt, beweist einerseits der Umstand, daß die Zellen auch in hypertonischen Lösungen platzen, andererseits die Raschheit, ja Augenblicklichkeit der Reaktion nebst deren [H·]-Grenzen. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß die Schwellenwerte der Explosionen, besonders

---

1) ÚLEHLA, V. und MORÁVEK, V.: Über die Wirkung von Säuren und Salzen auf *Basidiobolus ranarum* Eid. Diese Berichte 1922, 40.

Dieselben: On a new method of stating the physiological identity. Anzeiger des I. Kongresses der tschechoslovakischen Botaniker in Prag. Prag 1922.

Dieselben: On a photo-growth reaction without phototropical curvation (with english summary). Preslia 1922, 2. Prag. — Tschechisch mit englischem Résumé.

ÚLEHLA, V.: Über die Wirkung der Wasserstoffionen auf einige niedere Algen. Studia Mendeliana, Brünn 1923. — Tschechisch mit deutschem Résumé.

Eine eingehende Beschreibung der mitgeteilten Resultate nebst Methodik und Literaturangaben soll in absehbarer Zeit in Beiheften z. Bot. Zentralblatt. veröffentlicht werden.

für *Basidiobolus*, äußerst niedrig liegen, und zwar bei $1-2 \times 10^{-5}$ n. Säure! Für *Cladophora* sind sie etwas höher, sie liegen da zwischen $1-2 \times 10^{-4}$ n. HCl. Aber innere, ebenfalls momentan einsetzende Schädigungen des Protoplasten (Vakuolisierung bei *Basidiobolus*, scheinbares Abheben des Protoplasten von der Zellmembran nach Art der Pseudoplasmolyse bei *Cladophora* u. dgl.) konnten noch in Lösungen von pH = 6,0—6,5, also in kaum merklich angesäuertem Medium, festgestellt werden. Bisweilen konnte man bei besonders empfindlichem Material das Platzen noch im Leitungswasser wahrnehmen, das durch oftmaliges Durchblasen der Lungenluft mit CO_2 angesäuert wurde!

Eine augenblickliche Änderung der Zellmembrankolloide kann auch, wie ich ebenfalls bei *Basidiobolus* gefunden und gemeinschaftlich mit Dr. MORÁVEK näher verfolgt habe, durch das Licht hervorgerufen werden, und es resultiert so bei gewissen Lichtintensitäten eine schöne Lichtwachstumsreaktion im BLAAUWschen Sinne, ohne daß der Pilz phototrop wäre! Ich fühlte mich daher anläßlich dieser Studien berechtigt, die Hypothese auszusprechen, daß die Lichtwachstumsreaktion eine rein physikalisch-chemische Reaktion der Zellmembran vorstellt, im Gegensatz zu der phototropen Reaktion, die von dem Protoplasten eingeleitet wird.

Im Hinblick auf das soeben Gesagte und auf die bedeutenden Funde HANSTEEN-CRANNERs über Membranstrukturen erschien mir das vorhin erwähnte Verhalten von *Cladophora* in sauerem Medium besonders bemerkenswert. Erstens fragte ich mich, ob und wie es die Alge vermeidet, daß bei eigenem Stoffaustausch, in erster Linie bei dem CO_2-Wechsel während der Assimilation und der Atmung, solche schädliche Zustandsänderungen der Zellmembran nicht vorkommen. Zweitens wird ja durch jede solche Zustandsänderung, sei sie von außen oder von innen eingeleitet, notwendig auch die Permeabilität der Zellmembran verändert und dadurch der gesamte Stoffaustausch der Zelle ununterbrochen beeinflußt. Und drittens entsteht die Frage, wie die täglichen Schwankungen im Kohlensäuregehalt der Gewässer durch derart empfindliche Organismen überhaupt vertragen werden können. Dadurch wird aber das Problem in das ökologische Gebiet hinübergeleitet bzw. erscheint es notwendig, die Eigenschaften der Naturgewässer in Hinsicht auf deren pH zu studieren und mit den Siedelungsverhältnissen der betreffenden Organismen zu vergleichen.

Anläßlich der Vorstudien zur Lösung dieser Fragen stellte es sich bald heraus, daß die freie Kohlensäure bzw. der Schwefelwasserstoff durch ihre $H^{\cdot}$-Ionen tatsächlich einen limitierenden

Faktor darstellen, der über das Sein oder Nichtsein bestimmter Algenassoziationen weitgehend entscheidet. Man kann in Hinsicht auf die von ihnen verlangte optimale [H·]-Konzentration die grünen Algen in Gruppen einteilen, die dann auch sonst in vielen Organisationsmerkmalen und biologischen Eigenschaften übereinstimmen und ökologische Assoziationen bilden.

Für eine dieser Gruppen, die man „acidophob" nennen könnte, und zu der außer *Cladophora*, *Enteromorpha*, *Chaetomorpha* und ähnlichen Siphonocladialen u. a. auch *Oedogonium* gehört, liegt die optimale [H·]-Konzentration um pH = 7,5—7,7 herum. Sie verlangen also ungefähr jenes pH, welches auch im Blute des Menschen vermöge der puffernden Zusammensetzung desselben (durch Karbonate, Phosphate, Eiweißstoffe) hergestellt und konstant eingehalten wird.

Dagegen verlangen viele Desmidiaceaen und sonstige Bewohner der saueren Moore ein pH < 6,8, sie sind also „alkaliphob". Darin gleichen diese Algen den Sphagnen, mit denen sie oft gemeinschaftlich leben. Es ist ja nach MEVIUS' (1921) Befunden klar, daß auch die Sphagnen nicht etwa das Ca··-Ion fliehen, sondern daß sie lediglich durch die anläßlich der Hydrolyse des Kalzium-Karbonats und -Bikarbonats entstehenden OH'-Ionen geschädigt werden.

Einen Übergang zwischen beiden Gruppen bildet *Spirogyra*, deren H·-Optimum um pH = 7,02—7,2 herum liegt.

Auf eine Herabsetzung des pH hin stellt *Cladophora* und *Basidiobolus* das vegetative Wachstum ein, und es werden Fortpflanzungsorgane gebildet. Dasselbe wird bei *Spirogyra* durch pH-Steigerung hervorgerufen. Die Zoosporengrenze bei *Cladophora* liegt etwa zwischen 7,2—7,4, die Zygotengrenze von *Spirogyra* bei 7,7—7,9.

Eine Übersicht des Verhaltens beider Algen den freien H·-Ionen gegenüber zeigt die Tabelle I. Man ersieht aus ihr unter anderem, daß die beiden Algen ohne besondere Schutzeinrichtungen nicht gemeinschaftlich vorkommen können. Werden sie doch nebeneinander angetroffen, so ist zu erwarten, daß der Entwicklungsgang der einen Alge gegenwärtig oder in der nächsten Zukunft gefährdet, während der der anderen gefördert sein muß. Eine Ausnahme würden eben nur Schutzeinrichtungen bilden, die lokal einen Niveau-Unterschied in pH unterhalten würden. Das ist nun in diversen Naturgewässern tatsächlich der Fall. Somit wenden wir uns einer näheren Betrachtung derselben zu.

Da ist zunächst das Meerwasser. Seit PALITZSCHs 1911 erfolgten gründlichen Untersuchungen, die in jüngster Zeit z. B.

Tabelle I.

Verhalten der *Cladophora*- und *Spirogyra*-Zellen gegenüber freien H'-Ionen. Nach Laboratoriumsversuchen und Beobachtungen im Freien zusammengestellt M. = Zellmembran.

PH	Verhalten der Alge	
	Cladophora	*Spirogyra*
4,0	Tod sofort. Grenze der Zellexplosionen. M. quellen.	Tod sofort. Kern bleibt in der Zellmitte. M. schrumpfen.
5,0	Tod sofort unter „Pseudoplasmolyse". M. hören auf zu quellen.	„
6,0	Tod nach ca. 5'. Irreversible Schädigungen.	?
6,7	Atmungsgrenze. Schädigungen reversibel bis ca. 2—5' Einwirkung.	?
7,0	Assimilationsgrenze, Zoosporengrenze. Schädigung.	Wachstum und Teilung.
7,2	Einstellen des Wachstums. Zoosporenbildung.	Wachstumsoptimum.
7,5	Wächst und teilt sich.	Abflauen des Wachstums und der Zellteilungen.
7,7 7,9	Wachstumsoptimum.	Aufhören d. Wachstums. Zygotenbildung.
8.1	Wächst wenig, derbe Membranen	Chromatophoren verkleben. Wachstumsstillstand.
8,5	Reversible Schädigungen. M. schrumpfen.	Tod, M. quellen, Kern fließt an die Zellwand.

durch MICHAELIS (1922) geprüft worden sind, wissen wir, daß das Meer vermöge seiner Karbonate dem Blutserum darin ähnelt, daß es, wenn auch bei weitem nicht so vollkommen, das pH konstant hält, und zwar bei pH = 7,9—8,1. Daß diese H'-Ionenkonzentration im Meere derjenigen des Blutes ebenfalls sehr verwandt ist, ist eine Erscheinung, die zu vielen Spekulationen Anlaß gab, von denen diejenige HENDERSONs (1915) von der besonderen „Eignung" der Kohlensäure sicher sehr anziehend ist.

Um aber nur den Tatsachen zu folgen, hebe ich hervor, daß ich anläßlich meines Besuches auf der ökologischen Station des Herrn Dr. LUNDEGARDH auf der Insel Väderö (Schweden) im Sommer 1922 ebenfalls zweimal täglich über einen Monat lang pH-Messungen mit der üblichen MICHAELISschen Methode ausführte, und daß ich das pH ebenfalls fast konstant fand. Meine Werte sind niedriger, sie bewegen sich um 7,4 herum, was sich daraus erklärt, daß ich das fäulnisreiche, von stetigem Unwetter

aufgewirbelte und an freier Kohlensäure reiche Wasser, und zwar mit Absicht, zur Messung heranzog, um eben die unteren pH-Siedlungsgrenzen für *Cladophora* festzustellen. Gleichzeitige CO_2-Bestimmungen ergaben starke tägliche Schwankungen dieses Gases. Immerhin war aber die Pufferung des Wassers genügend stark, um das pH konstant zu halten, wie aus Tabelle II zu ersehen ist.

Tabelle II.

$[CO_2]$ und $[H^\cdot]$ des Meerwassers auf der Insel Väderö (Schweden) nach täglichen Registrierungen. Es wurde die auskochbare Kohlensäure bestimmt, die mit $Ba(OH)_2$ absorbiert und mit HCl titriert wurde. Ph wurde kolorimetrisch nach MICHAELIS (1922) bestimmt.

1.—10. IX. 1922. In dieser Periode fing die am Standort beobachtete *Cladophora* an zu schwärmen und wurde von *Enteromorpha* verdrängt.

Nr.	Datum IX.	Temperatur des Wassers	Temperatur der Luft	Luftdruck	Wind	Titr. n/25 HCl	mg CO_2/l	P[1]) CO_2	pH	Anmerkung
15 a)	1. 9h	17,2	20,3	759		13,51	30,3	2,86	7,40	Nebel, Sonne
15 b)	1. 20h	16,2	16,5	760		16,45	19,7	3,05	7,45	nebelig
16 a)	2. 9h	15,7	16,0	760		13,70	29,6	2,87	7,40	regnerisch
16 b)	2. 20h	15,6	17,0	762	O	16,39	19,9	3,05	7,45	„
17 a)	3. 9h	15,2	18,0	764	O	19,22	9,7	3,35	7,40	leicht bewölkt
17 b)	3. 20h	15,3	17,4	766	NO	19,40	8,4	3,42	7,45	heiter
18 a)	4. 9h	15,3	20,0	769	NO	16,65	18,3	3,08	7,35	wolkenlos
18 b)	4. 20h	16,3	14,5	773	O	19,12	9,4	3,38	7,45	Sternenhimmel
19 a)	5. 9h	14,5	12,5	774	NOO	15,31	23,2	2,94	7,30	heiter, leicht bew.
19	5.									nicht gemessen
20 a)	6. 9h	14,5	15,0	775	O	16,22	19,9	3,05	7,35	klar
20 b)	6. 20h	14,9	14,5	775		19,62	7,6	3,47	7,40	leicht bewölkt
21 a)	7. 9h	14,5	17,9	774		13,61	29,3	2,88	7,25	wolkenlos
21 b)	7. 19h	15,0	14,5	773	NO	12,22	34,3	2,81	7,45	leicht bewölkt
22 a)	8. 9h	15,3	18,6	770	W	13,45	29,9	2,87	7,40	Nebel, Sonne
22 b)	8. 19h	15,7	14,0	766	W	13,91	28,2	2,89	7,45	Sonne, Regenschauer
23 a)	9. 9h	14,3	13,2	763	NO	16.96	17,8	3,10	7,30	leicht bewölkt
23 b)	9. 19h	14,4	12,5	762	N	15,40	23,4	2,97	7,40	bewölkt
24 a)	10. 9h	14,7	18,0	768	O	12,85	32,6	2,83	7,35	Sonne, Wolken
24 b)	10. 19h	15,0	13,5	770	SO	17,48	15,9	3,15		klar

1) $= \log \frac{1}{[CO_2]}$ · Konzentration der Kohlensäure $= [CO_2]$ wurde aus $mgCO_2/l$ berechnet.

Als ich aber das Karbonatpuffergleichgewicht dadurch störte, daß ich das Meerwasser mit CO_2 sättigte, sah ich mit sinkendem pH sowohl die Assimilations- als auch die Atmungsintensität der Alge sehr rasch sinken, und diese beiden Tätigkeiten wurden bei pH 6,8 – 6,6 fast vollständig sistiert. Als erstes Anzeichen des pH-Anstieges stellte sich Schwärmsporenbildung ein.

Diese Erscheinungen sind aus dem über die Membran früher Mitgeteilten leicht erklärlich. Sie zeigen, daß mit Rücksicht auf die optimale Konstanz des pH im Meere bei der Meeres-*Cladophora* keinerlei Anpassungen bzw. Schutzeinrichtungen vorliegen Die Alge ist mit ihrem Gesamtoptimum dem Außenmilieu konform. Höchstens werden Zoosporen ausgelöst, die der Alge in tiefere oder höhere Litoralschichten, entsprechend dem vorherrschenden Wetter, vorzudringen helfen. Es sei noch nebenbei erwähnt, daß natürlich für unsere Alge keine so einfache Proportionalität zwischen der Assimilationsgröße und Kohlensäuremenge gelten kann, wie sie sich im großen und ganzen aus den Forschungen BLACKMANs, LUNDEGARDHs, HARDERs und anderer Forscher für die höheren Gewächse ergibt.

Als ich nun dieselben Verhältnisse in süßen Gewässern untersuchte, fand ich, daß sich unsere gewöhnlichen fließenden Gewässer, also Leitungswasser, Bäche, Dränagewasser u. dgl. ebenfalls durch eine erstaunliche pH-Konstanz auszeichnen, und daß die pH-Werte sich ebenfalls meistens um 7,4—7,6 herum gruppieren. In stehenden Gewässern, in Tümpeln, Teichbuchten usw. kann man allerdings schon starke Schwankungen antreffen. Lemnatümpel schwanken um 7,0—7,2, Flachtümpel mit starker submerser Vegetation erreichen und übersteigen am Tage die Werte von 8,1. Das wesentliche aber ist, daß das pH eines und desselben Tümpels heftigen Tag- und Nachtschwankungen ausgesetzt ist, die bei hellen Tagen infolge gesteigerter Assimilation am stärksten sind. Wie kann da nun eine Alge des *Cladophora*-Typus existieren? Tatsächlich fand ich, daß gemäß dem früher Gesagten sowohl *Cladophora* als auch *Oedogonium* nur diejenigen Süßwässer bewohnen, in denen trotz aller Schwankungen die untere pH-Grenze von 7,4 nie erheblich überschritten wird, die also doch halbwegs gepuffert sind. Diese Pufferung wird in den süßen Gewässern ebenfalls von Karbonaten, im allgemeinen von Kalziumkarbonat, oft auch von Eisenkarbonat, besorgt. Man findet daher in stehenden Gewässern unsere Algen meistens an Kalksteinen, Ziegelsteinen u. dgl. angewachsen, und in Ermangelung derselben an Schneckengehäusen. Diese Steine wirken wie lokale pH-Regulatoren, sie sind der Zufluchtsort der

Algen, der nur dann mit Erfolg verlassen und für den Zustand der freischwimmenden Watte ausgetauscht werden kann, wenn keine Gefahr einer pH-Herabsetzung vorhanden ist.

In der Lebensweise dieser Algen findet man also bereits eine Anpassung an pH, nicht aber in deren Zellorganisation: auch sie können nur innerhalb sehr schmaler pH-Grenzen existieren und haben selber keinen Einfluß auf diese Grenzen. Wohl können sie sich durch die Wahl ihrer Wohnstätte in fließenden Gewässern oder an Kalksteinen wirksam schützen, einmal aber dieses Schutzes mechanisch beraubt, sind auch sie bei sinkendem pH dem sicheren Tode anheimgefallen. So etwa würde die Antwort auf die eingangs gestellten Fragen lauten.

Ich war daher nicht wenig überrascht, als ich im Frühjahr 1923 in Brünn ein *Oedogonium* fand, das eine kräftige Säuerung des Leitungswassers vertrug und in diesem mit CO_2 gesättigten Wasser lebhaft assimilierte, während die in geringer Anzahl beigemengten *Cladophora*-Fäden darin sofort platzten oder sonstwie zugrunde gingen. Wie der Tabelle III zu entnehmen ist, war nach einer halben Stunde Belichtungszeit bereits eine deutliche Abnahme der titrierbaren Kohlensäure und dementsprechend ein pH-Anstieg feststellbar. Eine dauernd belichtete Alge (10 g Frischgewicht-Alge in 1 l Wasser) hatte binnen 24 Stunden das pH des Wassers von 6,5 auf 7,35 heben, das heißt das Wasser in den ursprünglichen Zustand zurückbringen können. Da die Alge

Tabelle III.

Versuch Nr. F I. — 20. 5. 1923.

Oedogonium mit Psichohormien assoziiert.

Es wurde das Leitungswasser (L) mit Kohlensäure gesättigt. Aus gewöhnlichem Leitungswasser (L) und dem mit CO_2 gesättigten saueren Wasser (S) wurden dann Gemische hergestellt und in 1-l-Gefäße gefüllt. Je 13 g Frischgewicht-Alge wurde in jedes dieser Gemische gebracht und dann 30 Minuten lang am Lichte belassen. Vor und nach der Behandlung mit der Alge wurde mit Baryt-HCl auf CO_2 titriert und pH kolorimetrisch bestimmt.

Nr.	Wassergemische in %		Titr. n/10 nHCl		$mgCO_2/l$		P_{CO_2}		P_H	
			ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit	ohne	mit
	L	S	Alge		Alge		Alge		Alge	
1	100	0	5,61	5,98	90,2	79,2	2,39	2,44	7,30	7,35
2	75	25	5,00	5,17	106,5	101,2	2,32	2,33	7,20	7,25
3	50	50	4,20	4,43	127,6	121,0	2,24	2,26	7,07	7,15
4	25	75	3,10	3,55	158,8	144,9	2,14	2,18	6,90	7,05

assimilierte und CO_2 absorbierte, war dieses Verhalten ganz normal. Das Merkwürdige lag aber darin, daß auch eine verdunkelte Alge das pH des Wassers erhöhte, also dasselbe alkalischer machte! Und doch zeigten gleichzeitige Titrierungen, daß in diesem Falle, wie es auch infolge der Atmung zu erwarten war, die Kohlensäuremenge im Wasser stieg! Diese Verhältnisse demonstriert uns Tabelle IV und die graphische Darstellung der darin enthaltenen Zahlenwerte. Um die Werte der Kohlensäure denjenigen der [H˙] konform zu machen, drücke ich die Normalität der Kohlensäure als $\log \frac{1}{[CO_2]}$ aus und bezeichne diesen Ausdruck als pCO_2.

Die Alge hatte ein Pufferungsvermögen, dank welchem sie den Kohlensäuregehalt erhöhen und doch das Wasser alkalischer machen konnte! Es war klar, daß da Karbonate im Spiele sind.

Und tatsächlich sah ich, daß sämtliche *Oedogonium*fäden mit einer Fülle jener Inkrustationen bedeckt waren, die, einst von KÜTZING als Gattungsmerkmal aufgefaßt und *Psichohormium* benannt, von den neueren Algologen dann für Ausscheidungen diverser Algen gehalten worden sind.

Tabelle IV.

Versuche F V—F VIII. — Brünn, Juni 1923.

Oedogonium mit Psichohormien reguliert im Dunkeln das pH des Wassers.

Je 10 g Algen wurden in je 200 ccm Wasser von divergentem CO_2-Gehalt gebracht und dort 30 Minuten im Dunkeln bei 18° C (Thermostat) belassen.

Vor und nach der Behandlung mit Algen wurde die CO_2 und H˙-Konzentration der Versuchswässer bestimmt. CO_2 wurde nach TRILLICH bestimmt (ein bestimmtes Quantum Wasser mit $Ba(OH_2)$-Lösung von bestimmter Normalität behandelt, abstehen gelassen und dann mit n/10HCl über Phenolphtalein titriert), pH nach MICHAELIS mit der Nitrophenolskala unter elektrometrischer Kontrolle.

Die Versuchsgewässer wurden aus zwei Vorratslösungen gemischt, und zwar aus L = gewöhnlichem abgestandenen Leitungswasser und aus S = Leitungswasser, das mit Kohlensäure gesättigt und unter Verschluß aufbewahrt wurde. Es wurden immer gleichzeitig 11 Gemische mit 10 % Abstufung bereitet und mit Algen beschickt.

Die Tabelle IV enthält Mittelwerte aus je zwei solcher Versuchsserien.

Die Mittelwerte der Abteilung IV und V dieser Tabelle in graphischer Darstellung zeigt Textfigur 1.

Man sieht, daß die Alge im Dunkeln den Kohlensäuregehalt der Wassergemische vermehrt, gleichzeitig aber die H˙-Ionen-Konzentration derselben bedeutend herabsetzt.

a = Wassergemische mit Algen (Mittelwerte fett gedruckt, gestrichelte Kurve);

w = Wassergemische ohne Algen (Mittelwerte *kursiv* gedruckt, vollgezogene Kurve).

Tabelle IV.

		Laufende Versuchszahl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I. Wassergemische in % des		Leitungswassers L	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
		mit CO_2 gesättigt. Wassers S	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
II. Titr. der Gesamt-Kohlensäure in ccm n/10HCl (nach TRILLICH gemessen)	w = ohne Alge	Versuch F V	74,05	70,56	69,92	68,68	65,60	62,69	58,95	55,84	52,34	49,79	39,05
		Versuch F VII	50,85	46,89	42,13	37,51	33,48	28,35	24,77	21,65	16,76	12,25	5,22
	a = mit Alge	Versuch F VI	50,28	45,71	41,81	36,66	32,05	27,74	24,40	20,02	14,95	12,66	7,40
		Versuch F VIII	52,27	46,53	42,13	39,05	32,13	28,65	27,33	20,53	17,17	12,72	?
III. $mgCO_2/l$ (aus II berechnet)	w	Versuch V	149	235	290	386	437	537	664	770	889	977	1343
		Versuch VII	94	179	353	491	610	772	869	962	1107	1241	1450
		Mittel	*122*	*207*	*322*	*439*	*524*	*655*	*767*	*866*	*998*	*1103*	*1397*
	a	Versuch VI	111	247	363	516	653	781	880	1010	1161	1229	1384
		Versuch VIII	92	227	353	445	638	754	793	951	1095	1227	?
		Mittel	**102**	**237**	**358**	**481**	**646**	**768**	**837**	**981**	**1128**	**1228**	**1384**
IV. $P_{CO_2} = \log \frac{1}{[CO_2]}$ (aus III berechnet, Konzentration in $\frac{n}{x}$)	w	Versuch V	2,16	1,98	1,90	1,78	1,70	1,62	1,52	1,46	1,40	1,36	1,22
		Versuch VII	2,37	2,09	1,80	1,66	1,55	1,46	1,40	1,36	1,30	1,25	1,18
		Mittel	*2,27*	*2,04*	*1,85*	*1,72*	*1,63*	*1,54*	*1,46*	*1,41*	*1,35*	*1,31*	*1,20*
	a	Versuch VI	2,30	1,97	1,80	1,64	1,53	1,45	1,40	1,34	1,28	1,26	1,20
		Versuch VIII	2,38	1,99	1,79	1,70	1,54	1,47	1,44	1,37	1,30	1,26	?
		Mittel	**2,34**	**1,98**	**1,80**	**1,67**	**1,53**	**1,46**	**1,42**	**1,35**	**1,29**	**1,26**	**1,20**
V. $P_H = \log \frac{1}{[H^{\cdot}]}$ (nach MICHAELIS gemessen)	w	Versuch V	7,3¼	7,0¼	6,55	6,30	6,1¾	6,0¾	6,0¼	5,90	5,8¼	5,7¾	5,4¼
		Versuch VII	7,4¼	6,90	6,4¾	6,30	6,2¼	6,10	6,00	5,9¾	5,8¾	5,8¼	5,70
		Mittel	*7,38*	*6,96*	*6,51*	*6,30*	*6,20*	*6,09*	*6,01*	*5,94*	*5,85*	*5,80*	*5,56*
	a	Versuch VI	7,25	6,75	6,4¾	6,3¼	6,30	6,25	6,2¼	6,1¼	6,05	6,0¾	6,0¼
		Versuch VIII	7,3¼	7,05	6,60	6,5¾	6,45	6,40	6,30	6,3¼	6,20	6,1¼	6,0¼
		Mittel	**7,34**	**6,90**	**6,56**	**6,45**	**6,38**	**6,32**	**6,26**	**6,23**	**6,18**	**6,10**	**6,03**

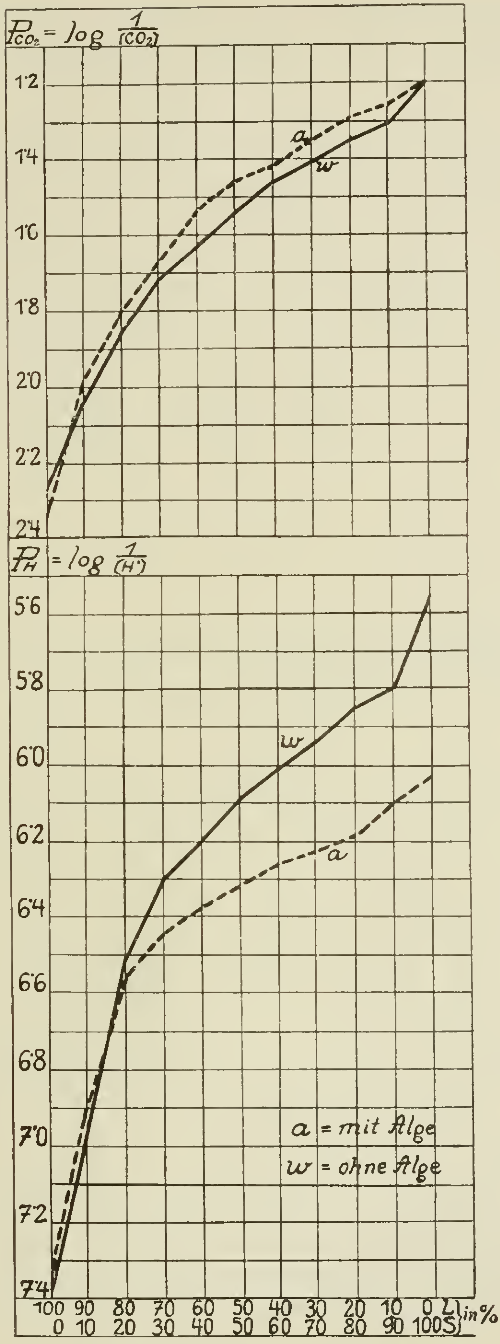


Abb. 1. P_H-Regulation im Wasser durch ein *Oedogonium*
Näheres siehe in der Erklärung zu der Tabelle IV.

Von diesen Psichohormien hat unlängst CHOLODNYJ in unseren Berichten gezeigt, daß sie gar nicht ein Produkt der Alge sind, sondern daß es sich da um Ausscheidungen von einer neuen Eisenbakterie, der *Sideromonas confervarum* Chol., handelt, die zunächst als eine schleimige Zoogloea die Algenzellen ringförmig überzieht und dann ihre Stoffwechselprodukte, vor allem das Eisenkarbonat, in den Schleim ausscheidet. Ich fand an meinem *Oedogonium* die morphologischen Befunde CHOLODNYJs vollauf bestätigt und kann daher auf seine Ausführungen verweisen. Nur war es außer Eisen- auch, und zwar stellenweise überwiegend, Kalziumkarbonat, das den Schleim in drusenförmigen Kristallen inkrustierte und in verdünnten Säuren unter starkem Aufschäumen aufgelöst wurde.

CHOLODNYJ hat richtig vermutet, daß es sich bei den Psichohormien nicht um einen bloßen Epiphytismus, sondern um eine Symbiose handelt. Den Sinn derselben durchschaute er nicht, jedoch ist dieser aus den mitgeteilten Versuchen klar zu ersehen: Die Psichohormien sind jenes Puffersystem, das der Alge im Wasser das gewünschte pH um 7,4 herum unterhält. Sobald der Kohlensäuregehalt des Wassers steigt, wird eine entsprechende Menge der Karbonate als Bikarbonat aufgelöst und drückt durch die hydrolytisch freiwerdenden $OH^{\cdot}$-Ionen die $[H^{\cdot}]$ wieder nieder. Darum wird dann bei der Titration auf die gesamte Kohlensäure deren Menge (und zwar um das gelöste Karbonat) höher gefunden.

Dieses Puffersystem wird solange wirksam sein, bis das gesamte Karbonat aus dem Schleime herausgelöst ist. Diesen Grenzzustand erreichte ich erst dann, wenn ich die Alge 24 Stunden lang in fließendem Wasser beließ, das ich zuvor mit Kohlensäure bis pH = 5,4 sättigte. Daraufhin hörte im Lichte Gasblasenausscheidung auf, die Alge sank zu Boden. Sie erholte sich im normalen Wasser nicht mehr. Die Zellen waren gestorben, die Karbonatinkrustationen verschwunden. Eine Kontrollalge, die im stehenden Wasser von demselben pH dieselbe Zeit unter denselben Bedingungen verbrachte, assimilierte lebhaft und in 2 Tagen hob sie das pH ihres Wassers auf 7,25!

Wir sehen also, daß dieses Bakterienpuffersystem recht wirksam ist und demjenigen des Blutes und des Meerwassers nicht nachsteht. Für die Alge stellt es zweifelsohne eine Art Symbiose vor, die ich als Elektrosymbiose bezeichnen möchte, und die der Alge eine bedeutende Unabhängigkeit dem Medium gegenüber verschafft.

Ich vermute, daß dieser Fall nicht vereinzelt dastehen wird, und daß vielleicht auch in anderen Fällen eines Zusammenlebens

von niederen Pilzen und höheren Pflanzen, die Humusbewohner nicht ausgenommen, das Wesentliche nicht in letzter Linie auf einer derartigen P_H-Regulation beruht.

In allen Fällen, denke ich, wird aber eine derartige Einrichtung zunächst als Schutz für die empfindliche Zellmembran dienen, und ich möchte nur darauf hinweisen, daß man schon in älteren Arbeiten, z. B. in denen von KLEMM, ZACHARIAS, LOPRIORE und anderen Forschern oft genug eine derartige Empfindlichkeit der Wurzelhaare gegenüber $[H^{\cdot}]$-Schwankungen gefunden hat.

Es ist also nur die Sache der weiteren Forschung, sich auch hier nach derartigen lebenden Puffersystemen umzuschauen.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut
der Masaryk-Universität, Brünn.

(4.) F. Oehlkers: Die Sporenbildung einiger Saccharomyceten.

(Auszug aus dem in Dresden im August 1923 in der Generalversammlung gehaltenen Vortrag.)

Seit die Arbeiten von SEYNES und REES die Endosporenbildung bei den Saccharomyceten als deren charakteristische Eigenschaft nachgewiesen haben, sind in der Folgezeit in einer Fülle von Arbeiten die physiologischen Bedingungen der Sporulation behandelt worden, so daß es gelungen ist, eine Reihe von Einzelfaktoren sicher zu isolieren. Diesem Bedingungskomplex soll zunächst ein neues Moment hinzugefügt werden: Die Sporenbildung der von mir verwendeten Hefen, *Saccharomyces Odessa* und *Saccharomyces* Johannisberg, erweist sich als abhängig von der Wasserstoffionen-Konzentration des Substrates. Das Optimum der Sporenbildung liegt stets in unmittelbarer Nähe des Neutralpunktes, meist ein wenig nach der alkalischen Seite verschoben, etwa bei p_H 7,2—7,4. Charakteristisch für die Hefen ist, daß sie eine sehr starke Verschiebung der Wasserstoffzahl zu ertragen vermögen. Schon bei 4,6 p_H kann eine Sporulation stattfinden und noch bei 8,8 p_H, obwohl genaue und deutliche Reaktionen auf ganz geringe Änderungen von 0,2 p_H durch Änderungen der Sporenprozente sichtbar werden.

Die Kenntnis dieser Reaktionen auf die Wasserstoffionen-Konzentration ist insofern von Bedeutung, als dadurch einige

frühere Beobachtungen erklärt werden. Es ist längst bekannt, daß Gipsblöcke, Filtrierpapier, Tonscherben oder sonstige Adsorbentien förderlich auf die Sporenbildung einwirken, was man bisher dem Einfluß des Sauerstoffs allein zugeschrieben hat, der auf solchem Substrat besonders energisch wirkt. Die Annahme derartiger Sauerstoffwirkung ist sicher zutreffend, aber nicht ausreichend. Es kommt nun noch hinzu, daß die Adsorbentien aus der sauren Würze, dem Nahrungssubstrat der Hefen, die H-Ionen adsorbieren, wodurch die Flüssigkeit in einigen Stunden fast neutral wird. Die porösen Substanzen wirken also gleichsam als Puffer, die imstande sind, die erforderliche optimale Wasserstoffionen-Konzentration herzustellen. — Ferner ist seit langem bekannt, daß die Hefen reichlicher Sporen bilden, wenn die Kulturen mit Bakterien verunreinigt sind. Auch in dieser Hinsicht ließ sich — allerdings auf indirektem Wege — dieselbe Pufferwirkung feststellen, die geeignet ist, eine optimale Wasserstoffionen-Konzentration des Substrates zu erreichen.

Die *Odessa*-Hefe, mein meist verwandtes Material, zeigte die bei vielen „wilden“ Hefen beobachtete Eigenschaft, in längerer vegetativer Laboratoriums-Kultur ihr Sporenbildungsvermögen zu verlieren. Da ich die Hefe mehrere Jahre hindurch kultivierte, war ich imstande, diesen Prozeß, der bis zu fast völliger Asporogenität führte, quantitativ zu verfolgen. Es gelang ferner, das Sporenbildungsvermögen dadurch wieder zu regenerieren, daß die Hefe im Sporenzustand ein Jahr lang vollständig trocken aufbewahrt wurde. Die Nachkommen dieser Sporen produzierten etwa 61,5 pCt. sporogene Zellen, während dieselben Sporen ein Jahr früher 24,9 pCt. sporogene Zellen erzeugt hatten und der gleiche Stamm vegetativ während der Trockenzeit der Sporen weitergezogen nur noch 3,0 pCt. Sporen hervorzubringen vermochte. Dauernde Gewöhnung an den Sporenzustand begünstigt also das Sporenbildungsvermögen. Da die Hefen in der freien Natur vermutlich den größten Teil ihrer Lebenszeit im Sporenzustande verbringen, dürfte diese Lebensweise der Grund für das hohe Sporulationsvermögen der wilden Hefen, und umgekehrt, der Verlust des Sporenbildungsvermögens der Kulturhefen sowohl wie der Laboratoriums-Stämme eine Gewöhnung an die vegetative Vermehrungsweise sein.

(5.) A. Heilbronn: Beiträge zum Epinastie-Problem. I.

An Blättern orthotroper Sproßenden einer Sippe von *Tropaeolum majus*, die im Gewächshaus bei diffusem Licht kultiviert wird, schließen die Blattstiele in ihren oberen beiden Dritteln einen Winkel von $69 \pm 9{,}3^0$ mit der Horizontalen ein. (Gemessen an 217 Blättern nach 17 sonnenlosen Tagen, November 1921.) Die Blattspreiten sind schwach geneigt, und zwar, falls keine Torsionen vorliegen so, daß die Spitze am stärksten nach abwärts gesenkt ist. Der Neigungswinkel variiert stark mit Tageszeit und Temperatur. Er beträgt an jungen Blättern um die Mittagszeit $-10\ (-170) \pm 5{,}1^0$ bezogen auf die Horizontale (110 Blätter). Die Blätter sind, wie bekannt, außerordentlich phototropisch; die Gleichgewichtslage gegenüber dem Licht wird durch Stielkrümmungen erzielt, welche, je älter das Blatt ist, um so höher am Stiel erfolgen, in dem Maße, wie die Wachstumszone nach oben rückt. Das Wachstum beginnt an der Basis, und die Zone stärksten Wachstums rückt im Verlauf der Stielstreckung akropetal fort; sie hält sich stets ca. 1 cm unter der Stielspitze. Durch Reizung induziertes ungleichseitiges Wachstum pflanzt sich von der meristematischen Zone auch nach unten hin fort. Abgeschnittene Blätter, mit der Schnittfläche in Leitungswasser gestellt, halten sich ausgezeichnet mehrere Wochen lang, und ihre Wachstumsrate entspricht der am Sproß verbliebener Blätter, wenn man dafür sorgt, daß der Stiel nicht mehr als 5—10 mm tief ins Wasser eintaucht. Doch zeigt sich als Folge des Abschneidens bei jungen Blättern mit kleiner Lamina eine Verzögerung, bei älteren mit großer Blattfläche eine Steigerung der Wachstumsgeschwindigkeit des Blattstiels. Offenbar sind die noch in Entwicklung begriffenen jungen Blätter teilweise auf Zufuhr von organischem Nährmaterial angewiesen, während ältere Blätter mit voll entwickelter Spreite außer dem zum Stielwachstum notwendigen Material einen Überschuß produzieren, der wegen gehemmter Stoffableitung als Wachstumsreiz wirkt.

Läßt man abgeschnittene geradstielige Blätter am Licht auf einer Wasserfläche schwimmen, so daß die Stiele mehr oder weniger vertikal ins Wasser hängen, so beobachtet man eine auffällige Erscheinung: nach 3 bis 4 Stunden, je nach der Temperatur, beginnen die Stiele sich zu krümmen; die Stielbasis hebt sich und beschreibt

innerhalb 24 Stunden einen vollen Kreisbogen, innerhalb weiterer 24 Stunden schreitet die Krümmung fort, so daß schließlich eine Schleife oder enge Spirale entsteht. Im Dunkeln beginnt die Reaktion in gleicher Weise, führt jedoch nur zu einer halbkreisförmigen Krümmung. Da der Durchmesser dieses Halbkreises oft kleiner ist als der Abstand Blattspitze bis Stielinsertion, und der Krümmungsbogen allmählig in die Stielmitte verlegt wird, während Basis und Spitze relativ gerade bleiben, so legt sich die nun nach oben gerichtete und oft über die Wasserfläche herausragende Stielbasis der Blattspitze so dicht an, daß diese etwas deformiert und bei Seite gedrückt wird. Die Geschwindigkeit dieser Reaktion steigt mit zunehmender Temperatur; das „Halbringstadium", bei Zimmertemperatur erst in 8—12 Stunden erreicht, wird bei langsamem Anwärmen des Wassers von 18 auf 35^{0} bereits in 1½ Stunden erzielt.

Die Richtung der Stielkrümmung ist bei allen Blättern mit nicht tordierten Stielen die gleiche: es ist die Oberseite des Stiels, welche konvex wird. Die Krümmung ist eine dorsalkonvexe[1]. Torsionsfreie Stiele auszuwählen, ist nicht bei allen *Tropaeolum*rassen leicht. Für die meisten Versuche dienten mir Ableger oder Sämlinge, stammend von einem *Tropaeolum majus coccineum*. Meine Sippe zeichnete sich durch schwachen Anthocyangehalt bestimmter, in genauen Längsreihen angeordneter Stielzellen aus. Die so entstehenden roten Linien verrieten eine Torsion des Stiels sofort durch spiralige Verschiebung.

Der rasche Verlauf der Krümmung läßt eine Variationsbewegung vermuten. Allein weder nach einstündiger Plasmolyse in 10 % KNO_3 noch nach Tötung durch siedendes Wasser lösen sich die Stielschlingen. Vergleichende Messungen der Außen- und Innenflanken ergeben bei 5 Stielen eine Verlängerung der Außenflanke bis 125,6 % der Innenflanke. Die Gesamtlänge solcher in Wasser sich krümmender, ursprünglich 4,5 cm langer Blattstiele, betrug nach drei Tagen 5,0—7,1 cm. Es handelt sich demnach um eine Wachstumskrümmung.

Nach der Untersuchung früherer Autoren (PETIT 1887, MAGNUS 1898, BUCHENAU 1902) soll der Querschnitt des *Tropaeolum*-Blattstiels kreisrund sein; wir hätten also physiologische Dorsiventralität bei morphologisch-radiärer Symmetrie. Nach meinen Untersuchungen ist der Blattstielquerschnitt jedoch ebensowenig

---

1) Im folgenden sollen der Einfachheit wegen dorsalkonvexe Krümmungen schlechthin als dorsale, ventralkonvexe als ventrale bezeichnet werden.

radiär wie die Blattfläche kreisrund. Besonders die 8 (seltener 9) Bündel liegen nie streng auf den Diagonalen eines Achtecks; es sind vielmehr die beiden seitlichen von der Mitte nach oben verlagert, wodurch der Raum für die drei oberen Bündel verkleinert, für die drei unteren erweitert wird. Diese und einige leicht übersehbare Unterschiede in der Mächtigkeit des Chlorophyll führenden Rindenparenchyms ermöglichen jederzeit auch an einem Stiel ohne Spreite anatomisch Ober- und Unterseite zu unterscheiden.

Was veranlaßt den Blattstiel zu den beschriebenen dorsalkonvexen Krümmungen. Drei Vermutungen drängen sich auf: Hygronastie, Traumatonastie oder Thigmonastie könnten vorliegen. Die erste Möglichkeit zu prüfen dienten zwei Versuchsserien: Abgeschnittene Blätter wurden in ein mit festem Paraffin überzogenes Drahtnetz eingehängt, so daß die Spreiten dem Netz auflagen, die Stiele frei hingen. Die Drahtgestelle befanden sich in großen Rezipienten, die mit feuchtem Filtrierpapier ausgekleidet waren. Die eine Serie fand am Fenster, die andere in der Dunkelkammer Aufstellung. Nach 24 Stunden waren die Stiele der Lichtblätter unverändert, die der Dunkelblätter sämtlich dorsal gekrümmt. Eine zweite Versuchsserie lieferte das gleiche Ergebnis, nur mit dem Unterschiede, daß auch eines der Lichtblätter, dessen Stiel sich im Schatten des Drahtnetzhalters befunden hatte, schwach dorsale Krümmungen aufwies, wodurch die ohnedies naheliegende Annahme an Wahrscheinlichkeit gewann: das Licht hemmt unter gewissen Bedingungen die Entstehung epinastischer Krümmungen. Obgleich schon unter den geschilderten Kulturbedingungen das Zustandekommen einer hygronastischen Krümmung nicht mehr wahrscheinlich schien, wurden zwei neue Versuchsserien in der Weise angestellt, daß nunmehr bloß die Blattspreiten in weithalsige mit feuchtem Filtrierpapier ausgekleidete Erlenmeyerkolben eingeklemmt wurden. Die Stiele ragten frei aus den invers aufgehängten Kolben hervor. Das Ergebnis der Licht- und Dunkelversuche entsprach genau dem der vorigen Serie. Bewegungen, wie sie bei den letzten Versuchen von den Stielen in relativ trockener Luft ausgeführt wurden, können demnach keine hygronastischen sein.

Traumatonastie läge vor, wenn der durch Abschneiden hervorgerufene Verwundungsreiz eine nastische Bewegung hervorrufen würde, die unter anderen Umständen, unterblieben wäre. Nun unterbleibt doch die Stielkrümmung an Blättern, die belichtet im Drahtnetz oder am Erlenmeyerkolben hängen; zudem gibt es, wie weiter unten gezeigt wird, noch andere Methoden, um an abgeschnittenen Blättern die Krümmung zu vereiteln. Andrerseits be-

steht die Möglichkeit, dorsalkonvexe Krümmungen auch an Blättern, die am Sprosse verbleiben, zu erzeugen. Somit ist die traumatische Bedingtheit des beschriebenen Phänomens zum wenigsten unwahrscheinlich gemacht. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß auch die von MOLISCH (1916) beschriebenen Blattstielkrümmungen an *Episcia*, *Tydaea*, *Saintpaulia*, *Geranium* etc. eine andere Deutung als die der Traumatonastie zulassen.

Die Blattstiele von *Tropaeolum* sind zwar berührungsempfindlich, doch war die Sensibilität der von mir verwendeten Sippe bei Temperaturen unter 20 ⁰ eine besonders geringe. Faßt man beim Abschneiden die Blätter an der Spreite, so ist die Gefahr von Berührungskrümmungen praktisch ausgeschlossen. Da ferner, z. B. bei den weiter unten beschriebenen Klinostatenversuchen, gänzlich unberührte Blattstiele Krümmungen ausführen, und da andrerseits selbst derb angefaßte Blätter im Drahtnetz oder Erlenmeyerkolben keine Krümmungen ausführen, so sind die beschriebenen Krümmungen auch keine thigmonastischen. Auf die Frage „Thigmonastie oder Thigmotropismus bei *Tropaeolum*" komme ich an anderer Stelle zurück.

Weshalb am Lichte im Drahtnetz oder Erlenmeyer aufgehängte Blätter keine Stielkrümmung, auf Wasser schwimmende dagegen unter den gleichen Bedingungen stets eine solche ausführen, vermag ich noch nicht sicher zu entscheiden. Vermutlich spielt der Umstand eine Rolle, daß die am Licht weit geöffneten Stomata im ersteren Fall sogar trotz des feuchten Raums so viel Wasser abgeben, daß die für die Krümmung nötige Stielturgescenz nicht voll erreicht wird.

Um für die bereits oben aufgetauchte Frage, ob die beschriebenen Krümmungen notwendige Folgen des Abschneidens der Blätter seien, neue Kriterien zu gewinnen, wurden frisch abgeschnittene Blätter mittels eines durchbohrten Korkstopfens so in Glasröhren, die bis zum Rand mit Wasser gefüllt waren, eingesetzt, daß die Stiele nur ½ cm tief ins Wasser tauchten. Mit wenig Watte wurden sie in den Korken befestigt. Die Röhrchen standen vertikal. Bereits nach 4 bis 5 Stunden, deutlich aber am nächsten Tage, zeigten alle so behandelten Blätter im Licht sowohl wie im Dunkeln so starke Dorsalkrümmung, daß die apikalen Stielpartien teilweise die Horizontale nach unten überschritten. Die Blattspreite erfuhr außerdem in ihrem apikalen Teil eine erhebliche Senkung. Hierdurch wird der Winkel, den sie mit der Stielspitze einschließt, stark verkleinert. Diese Blattspreitenreaktion geht am Licht innerhalb einiger Stunden zurück, im Dunkeln restiert eine vertikale

Orientierung der Lamina, eine Erscheinung, die im Zusammenhang mit der Schlafbewegung an anderer Stelle eingehende Darstellung finden soll. Der beschriebene Versuch erweckt den Eindruck, als habe die Loslösung des Blattes aus dem Sproßverband die beschriebene Krümmung veranlaßt; eine scheinbar unbedeutende Variante der Versuchsanstellung beweist jedoch die Unrichtigkeit dieser Vorstellung. Wie schon eingangs erwähnt, stehen die Blattstiele im diffusen Licht wachsender Pflanzen nicht vertikal, sondern schwach geneigt. Wiederholt man den oben geschilderten Versuch in der Weise, daß man den Röhrchen eine Neigung von ca. 70 bis 80^{0} gegen die Horizontale gibt, so bleiben die dorsalkonvexen Krümmungen bei den meisten Blättern aus. Vollständig verhindern lassen sich die Krümmungen, wenn man die Neigung jedes Röhrchens so wählt, daß sie genau identisch ist mit der Neigung, welche das Blatt am Stiel eingenommen hatte. Das Ergebnis dieses Versuchs beweist, daß die Störung der normalen Gleichgewichtslage des Blattstiels auslösende Ursache der dorsalkonvexen Krümmung gewesen ist.

Wie aber kommt diese Gleichgewichtslage zu Stande? Ist sie geotropisch, phototropisch oder durch andere Ursachen bedingt? Nach Analogie mit den Beobachtungsergebnissen von DE VRIES (1872) und KNIEP (1910) war ein Zusammenwirken von Epinastie, Geotropismus und Phototropismus wahrscheinlich. Demnach war zunächst zu untersuchen, wie sich das Blatt gegenüber geotropischer Reizung verhielt. Es wurden deshalb Blätter auf die oben geschilderte Weise in Röhrchen befestigt und im Dunkeln so exponiert, daß die Stiele horizontal lagen, und zwar entsprechend der DE VRIESschen Anordnung eine Serie mit der Dorsalseite und eine Serie mit der Ventralseite des Stieles nach oben. Es zeigt sich, daß die ersteren eine schwache Krümmung nach u n t e n, die letzteren innerhalb 24 Stunden eine so starke A u f krümmung erfahren, daß die vertikale Lage von der Stielspitze überschritten wird. Es ist also bei horizontaler Exposition die dorsalkonvexe Krümmungstendenz im Dunkeln stärker als die geotropische. Läßt man die dorsal nach unten sich krümmenden Blätter drei Tage in geotropischer Reizlage, so zeigt sich allmählich an der Stielbasis eine schwache geotropische Aufkrümmung, während die Stielspitze ihre durch die Dorsalkrümmung bedingte Richtung nach unten beibehält. Infolgedessen nimmt der Stiel die Form eines schwach gebogenen S an. Die Dunkellage eines Blattstiels ist also bedingt durch dorsale Krümmungstendenz und Geotropismus. Das läßt sich auf noch elegantere Weise an Topfpflanzen zeigen, wenn man

durch geeignete einseitige Beleuchtung dafür gesorgt hat, daß dieselben eine größere Anzahl annähernd wagerecht orientierter Blattstiele besitzen. (14tägige Kultur im Zimmerhintergrund bei abgeblendetem Seiten- und Oberlicht.) Eine solche Pflanze, ins Dunkel verbracht, richtet ihre sämtlichen Blätter in 24—36 Stunden auf. Am schnellsten erfolgt die Aufrichtung an solchen Blattstielen, an welchen dorsale Krümmungstendenz und Geotropismus gleichsinnig wirken. Alle übrigen Blattstiele erleiden eine Torsion, die es schließlich ermöglicht, die gesteigerte Wachstumstendenz der Dorsalseite in den Dienst der geotropischen Aufrichtung zu stellen. Die allerjüngsten Blätter mit ganz unentwickelter Blattspreite, welche stets ventral-konvexe Krümmungen des Stiels und der Spreite aufweisen, sind bei dieser Schilderung nicht berücksichtigt. Das Ergebnis von Klinostatenversuchen bei konstanter Rotation um die horizontale Achse läßt sich nach den beschriebenen Resultaten voraussagen: Gleichgültig, ob abgetrennte Blätter in Röhrchen oder Sprosse mit ansitzenden Blättern oder junge Pflanzen mit nur zwei Primärblättern rotiert werden, in allen Fällen entsteht im Licht wie im Dunkeln die dorsale Krümmung. Die Größe der sie bewirkenden Tendenz quantitativ zu bestimmen, ist nur am intermittierenden Klinostaten möglich, der mir leider nicht zur Verfügung stand. Da aber das Verhältnis von dorsaler und geotropischer Krümmungstendenz in den verschiedenen Zonen des Stieles verschieden ist, wie die Versuche bei horizontaler Stielexposition zeigen, so wird sich selbst nach der KNIEPschen Methode nur für je einen Stielabschnitt ein exakter Wert gewinnen lassen.

Läßt man Samen von *Tropaeolum* auf dem um die horizontale Achse rotierenden Klinostaten in Erde keimen, so gelingt es stets der einen oder anderen Keimpflanze, durch Zufall ans Licht zu kommen. Sorgt man dafür, daß die sich entwickelnden Primärblätter nur von vorn in der Richtung der Klinostatenachse Licht bekommen, so erreicht man, daß diese Blattstiele zunächst gut horizontal orientiert sind. Sobald sie aber eine Länge von 4—5 cm erreicht haben, beginnt die dorsale Krümmungstendenz der Stiele sich zu manifestieren und trotz frontaler Beleuchtung setzt Divergenz der Primärblätter ein. Entfernt man nun die seitlichen Blenden oder verbringt man den Klinostaten rotierend in die Dunkelkammer, so entwickelt sich die dorsale Krümmung an einer solchen Pflanze genau so weiter wie an jeder anderen, die ihren Keimungsprozeß in normaler Ruhelage durchgemacht hat. Es kann also hier mit noch größerer Sicherheit als bei den *Tradescantia*-sprossen RAWITSCHERs (1923) festgestellt werden, daß diese Krüm-

mungen von geotropischer Nachwirkung im Sinne LUNDEGARDHs wesensverschieden ist. Bezeichnet man mit dem Begriff der Epinastie mit DE VRIES einfach die Erscheinung, daß die Dorsalseite eines bestimmten Organs eine stärkere Wachstumstendenz als die Ventralseite besitzt, so müssen wir den Blattstiel von *Tropaeolum* auf Grund der bis jetzt geschilderten Versuche zweifellos als epinastisch bezeichnen, wenngleich diese Epinastie, wie KNIEP gezeigt hat, auf solche Weise nie rein zum Ausdruck kommen kann. Da aber im Dunkeln keine Stiellage gefunden werden kann, bei welcher die dorsale Krümmung vollständig ausbliebe, so ist es unmöglich, sich vorzustellen, es gäbe in jeder Lage eine Schwerkraftkomponente, welche für das Zustandekommen der Epinastie verantwortlich gemacht werden könnte. Alle bis jetzt geschilderten Krümmungen resultieren also aus negativem Geotropismus und Epinastie. Ist die Epinastie auch kein versteckter Geotropismus, so ist trotzdem über ihre Autonomie noch nichts auszusagen.

Das Verhältnis von Epinastie und Phototropismus ist, wie schon DETMER (1882) gezeigt hat, noch wesentlich komplizierter als das zum Geotropismus. Zwar läßt sich auch hier zeigen, daß phototropische Dorsalkrümmungen stets ausgeführt werden, ventrale jedoch nur bei bestimmter Lichtintensität. Die Schwierigkeit liegt jedoch darin, daß die Epinastie selbst keine Konstante ist, da das Licht, wie auch RAWITSCHER für sein Objekt bestätigt hat, die Stärke der epinastischen Tendenz beeinflußt. Für *Tropaeolum* ergibt sich aber noch eine weitere Schwierigkeit, die darin besteht, daß zwar der geotropische Reiz von dem Blattstiel selbst perzipiert wird, während für die Photoperzeption die Blattspreite von ausschlaggebender Bedeutung ist. Blattstiele ohne Spreite, im Dunkeln horizontal exponiert, krümmen sich entweder senkrecht in die Höhe, wenn Geotropismus und Epinastie in gleichem Sinn angreifen, oder aber es entsteht die schon oben geschilderte S-Krümmung mit abwärts zeigender Spitze bei antagonistischer Wirkung von Geotropismus und Epinastie. Blattstiele ohne Spreiten, in 70° Lage oder bei vertikaler Orientierung einseitig belichtet, krümmen sich aber überhaupt nicht. Es bleibt einstweilen unentschieden, ob die spreitelosen Stiele Lichtreize nicht perzipieren oder ob die phototropische Reaktionsfähigkeit herabgesetzt ist. Versuche, intakte Blätter zu reizen, mit darauf folgender Entfernung der Spreite, zeitigten bis jetzt kein eindeutiges Ergebnis.

Belichtet man in 70° Lage orientierte intakte Blätter einseitig, und zwar zum Teil so, daß die Dorsalseite, zum andern so, daß die Ventralseite des Stieles die beleuchtete ist, so krümmen

sich die ventral beleuchteten stets zum Licht. Hier wirken epinastische Tendenz und Phototropismus in gleichem Sinn. Anders bei einseitiger Beleuchtung der Dorsalseite. Ist hier der Lichteinfall so, daß er den Stiel senkrecht und demzufolge die Blattspreite meist schräg von unten trifft, so erfolgt eine Verstärkung der epinastischen Reaktion, also eine Krümmung vom Lichte weg! Durch Torsionen kann bei mehrtägiger Reizung auch ein solches Blatt schließlich in eine Lage kommen, die ihm positiv phototropische Reaktion gestattet. Wird die Belichtung der Dorsalseite des Stieles jedoch schräg von oben bewerkstelligt, so daß die Lichtstrahlen die Oberseite der Blattspreite treffen und auf den Stiel in spitzem Winkel auffallen, so erfolgt eine phototropische Reaktion entgegen der Epinastie in der Mitte des Stiels, wobei die apikalen Stielpartien ihre epinastische Tendenz noch deutlich erkennen lassen. Die einflußreiche Rolle der Blattoberseite wird aus solchen Versuchen erkennbar, doch sind auch hier weitere quantitative Versuche notwendig.

Versucht man auf Grund der bisher dargestellten Ergebnisse die Ursache der zu Eingang dieser Mitteilung beschriebenen Stielkrümmungen auf Wasser schwimmender Blätter zu erschließen, so gelangt man zu folgendem Ergebnis: Die Spreiten der schwimmenden Blätter, ebenso wie die ins Wasser herabhängenden Blattstiele sind aus ihrer geo- und phototropischen Gleichgewichtslage entfernt und befinden sich deshalb im Zustand fortdauernder Reizung. Um diese Gleichgewichtslage herbeizuführen, beginnt der Stiel eine Krümmung, und, wie in allen oben geschilderten Versuchen, so verläuft auch hier die Krümmung am leichtesten im Sinne der epinastischen Tendenz. Wie in dem bekannten Versuch FR. DARWINS (1899) der mit der Spitze wagerecht fixierte *Sorghum*-Keimling mit dem freien Ende Krümmungen ausführt, so macht es hier der Blattstiel, dessen Spitze durch die schwimmende Spreite in ständiger Reizlage gehalten wird.

Die normale Orientierung des *Tropaeolum*-Blattstiels resultiert aus dem Zusammenwirken von Phototropismus, Geotropismus und Epinastie. Es ist nicht festgestellt, daß der Blattstiel selbst phototropisch perzeptionsfähig ist, doch reagiert er unter dem Einfluß von der Blattspreite zugeleiteter Reize positiv phototropisch. Im Laufe der Blattentwicklung, besonders deutlich beim Streckungswachstum der opponierten Primärblattstiele, bringt die Epinastie den Blattstiel notwendig in geotropische Reizlage. Sobald die Reizschwelle überschritten, bewirkt die geotropische Reizung ventrales Ausgleichswachstum. Aus diesem abwechselnden Überwiegen

bald der geotropischen, bald der epinastischen Tendenz resultieren periodische Hebungen und Senkungen. So entstehen die Nutationen, wie mit den ausführlichen Protokollen an anderer Stelle dargelegt werden soll.

Literatur zum Epinastieproblem.

DETMER, W., Über Photoepinastie der Blätter. Bot. Zeitg. 1882.

KNIEP, H., Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Bewegungen der Laubblätter und die Frage der Epinastie. Jahrb. f. wissensch. Bot. 1910. Dort die gesamte ältere Literatur.

LUNDEGÅRDH, H., Das geotropische Verhalten der Seitensprosse. Zugleich ein Beitrag zum Epinastieproblem. Lunds Univ. Arsskrift 1918 N. F.

RAWITSCHER, F., Epinastie und Geotropismus. Zeitschr. f. Bot., Bd. 15, 1923.

DE VRIES, H., Über einige Ursachen der Richtung bilateral-symmetrischer Pflanzenteile. Arb. d. bot. Inst. Würzburg 1872.

MOLISCH, H., Über Blattstielkrümmungen infolge von Verwundung. Sitzgsber. d. Akad. d. Wiss., Wien, Bd. 125, 1916.

Literatur zur Anatomie des Blattstiels.

BUCHENAU, FR., Tropaeolaceae. ENGLERs Pflanzenreich IV, 131, 1902.

MAGNUS, G., Anatomie der Tropaeolaceen. Diss. 1898.

PETIT, L. Le Pétiole des Dicotyledones au point de vue de l'anatomie comparée . . . . . Thèse Paris 1887.

UHLITZSCH, P. G., Untersuchungen über das Wachstum der Blattstiele. Diss. Leipzig 1887.

(6.) E. Heitz: Eine einfache Methode des gleichzeitigen Nachweises von Assimilation und Atmung.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

1. Einleitung.

Assimilation und Atmung grüner Pflanzen können durch Feststellung von Sauerstoffproduktion und -verbrauch mit den einfachen Methoden nur getrennt und an verschiedenen Objekten untersucht werden. Von den Experimenten, die beide Prozesse zugleich demonstrieren, sind alle nicht direkt und voraussetzungslos. So ist die vielbenutzte Gasblasenmethode zum Studium der Assimilation allein geeignet. Zu anderen Objekten und zu anderen Methoden muß man greifen, will man in gleich einfacher Weise auch die Atmung untersuchen. Andererseits wird mit der ENGELMANNschen Bakterienmethode zwar die Sauerstoffproduktion und der Sauerstoffverbrauch nachgewiesen, das Auftreten und Verschwinden des Gases selbst aber kann nicht beobachtet, sondern

nur erschlossen werden auf Grund des Verhaltens der benutzten Mikroorganismen. Dieses ist dabei als bekannt vorausgesetzt. Außerdem ist die quantitative Untersuchung des Assimilationsprozesses mit dieser Methode, darauf haben KNIEP und andere Autoren hingewiesen, ziemlich schwierig, und die Atmung läßt sich nur konstatieren, quantitativ aber nicht verfolgen. Kurz gesagt, es existiert keine Methode, die es erlaubt, auf einfache Weise direkt und an derselben Pflanze gleichzeitig die beiden Haupterscheinungen des pflanzlichen Stoffwechsels festzustellen und ihrer Intensität nach zu bestimmen[1]).

Im folgenden soll eine neue Methode beschrieben werden, die erstens den eben geschilderten Anforderungen Genüge leistet und zweitens, was den Nachweis der Assimilation allein betrifft, die Gasblasen- und Bakterienmethode in einigen Punkten ergänzt und erweitert.

2. Assimilation.

Die Versuchsanstellung gründet sich auf das in der Gärungsphysiologie als LINDNERsche Kleingärmethode bekannte Experiment. Will man nach LINDNER (1909) prüfen, welche Zuckerarten von einem Pilze, z. B. einer Hefe, zerlegt werden können, so läßt man diese in einem luftblasenfrei abgeschlossenen Flüssigkeitsquantum den betreffenden Zucker vergären. Als Gärkammer dient hierbei der mit einem Deckglas verschlossene und mit Vaseline abgedichtete Raum eines hohlgeschliffenen Objektträgers. Die einfache Apparatur ist also dieselbe wie bei dem Nachweis der Assimilation durch Bakterien. Bei einsetzender Gärung wird die entstehende Kohlensäure zuerst bis zu ihrem Lösungsmaximum vom Wasser aufgenommen, muß aber schließlich sichtbar in Blasenform erscheinen. Auf Grund der entstandenen Blasenmenge gewinnt man ein Bild von der Vergärbarkeit der verschiedenen Zucker. Vergärt die Hefe einen Zucker nicht, so bleibt das Präparat blasenfrei.

Ganz analog müssen grüne Pflanzen oder Teile derselben, auf die gleiche Weise eingeschlossen, bei Belichtung Sauerstoffblasen ausscheiden infolge stattfindender Assimilation. Und zwar ist das Auftreten des Sauerstoffs in Blasenform noch eher zu erwarten als das der Kohlensäure im Gärversuch, da diese zu 100 %, Sauerstoff aber nur zu 3 % sich in Wasser löst. Tatsächlich entstehen an allen daraufhin untersuchten Pflanzen, deren

1) Ausgenommen die auf komplizierter Methodik beruhende Versuchsanstellung von O. WARBURG (Bioch. Zeitschr. 1919, 100, S. 230). Sie hat wie folgende die verschiedene Löslichkeit von Sauerstoff und Kohlensäure zur Voraussetzung.

Blätter oder Blattstücke auf die oben beschriebene Art angesetzt wurden, nach 5—10 Minuten, unter günstigen Assimilationsbedingungen noch schneller, Gasblasen: vorausgesetzt, daß die Präparate belichtet sind und vorausgesetzt, daß das benützte Wasser kohlensäurehaltig ist (Fig. 2). Bei Dunkelheit, in CO_2- und bikarbonat-

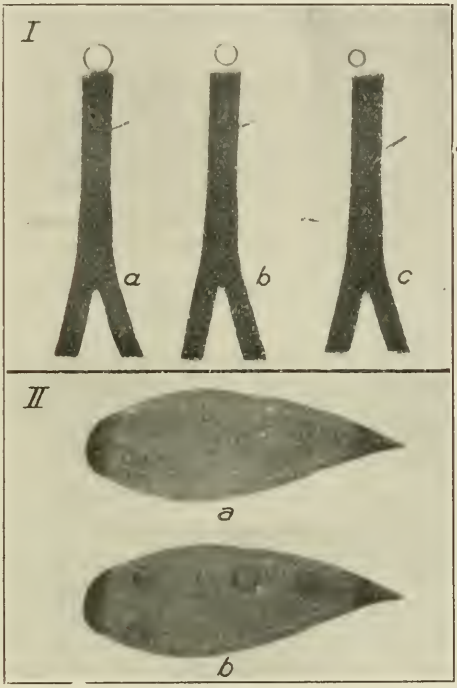


Abb. 1.

Fig. 1. Assimilation und Atmung einer abgeschnittenen Blattspitze von *Ranunculus fluitans* (die Blattenden nicht sichtbar) a nach 5 Minuten Belichtung; b nach 10, c nach 20 Minuten Verdunkelung.

Fig. 2. Assimilation einer Blatthälfte von *Fontinalis antipyretica*. a nach 5, b nach 10 Minuten Belichtung.

freien Nährsalzlösungen oder in abgekochtem und filtriertem, also bikarbonat- und karbonatfreiem Leitungswasser, bilden sich auch bei Belichtung niemals Blasen.

Dies ist ein sicherer Hinweis, daß das entstandene Gas vom Assimilationsprozeß herrühren, also Sauerstoff sein muß. Chemisch läßt sich dieser durch alkalische Pyrogallollösung nachweisen, und zwar folgendermaßen: Als Versuchspflanzen wählen wir die Blätter von *Fontinalis antipyretica*, deren Blatthälften nach dem Abtrennen

zusammenklappen wie ein gefalztes Stück Papier, eine für unsere Zwecke recht geeignete Erscheinung. Denn sehr häufig wird das Gas bei der Assimilation nicht nur an den Außenflächen, sondern in den Raum zwischen den beiden Blatteilen abgeschieden. Nach dem Assimilationsversuch entfernt man das Deckglas wieder vorsichtig und saugt die Flüssigkeit vom Rückenkiel des Blattes aus ab. Hierbei halten die zusammenklappenden Blatthälften die eingeschlossenen Gasblasen fest. Nun bringt man einen Teil (einen Tropfen aus einer fein ausgezogenen Pipette) Pyrogallollösung auf das Blatt, verschließt mit einem Deckgläschen, auf das vorher die fünf Teile der Kalilauge aufgetragen wurden, den Hohlraum des Objektträgers und saugt die überschüssige Flüssigkeit ab. Um die Gasblasen bilden sich jetzt braune Höfe; sie zeigen die Oxydation des Pyrogallols an. Zugleich läßt sich mit bloßem Auge die Volumenabnahme der Blasen beobachten. Diese Volumenverringerung können wir bestimmen durch Messen der Blasen unter dem Mikroskop vor und nach dem Pyrogallolzusatz. Im Durchschnitt bestehen 70 % des vorhandenen Gases aus Sauerstoff. Auf die beschriebene Weise können Gasmengen, die nur Bruchteile eines Kubikmillimeters betragen, auf ihren Sauerstoffgehalt geprüft werden.

Der Grund dafür, daß die Blasen nicht nur Sauerstoff enthalten, ist folgender: In dem Versuchswasser ist Stickstoff gelöst vorhanden. Dieser muß also in eine reine Sauerstoffblase sofort bei ihrem Entstehen hineindiffundieren. Bei Verwendung von stickstofffrei gemachtem Wasser muß das Gas aus Sauerstoff allein bestehen. Es liegen also ähnliche Verhältnisse vor, wie sie sich bei Verwendung der Gasblasenmethode ergeben. Denn dort strömt ja nicht allein in die Interzellularen, sondern auch in die Gasblasen auf ihrem Wege durch das Wasser Stickstoff ein. (DE CANDOLLE 1833; ANGELSTEIN 1910; KNIEP 1915.) — Ein CO_2-Gehalt der Blasen, wie ihn KNIEP mit der Mikrogasanalyse konstatierte, konnte (bei Verwendung von Kalilauge allein) nicht festgestellt werden. Es ist aber klar, daß die Exaktheit letztgenannter Methode mit dem viel einfacheren Verfahren, wenn auch weit geringere Gasmengen analysierbar sind, nicht erreicht wird.

Auf eine Vereinfachung der Methode sei hier kurz hingewiesen. Es ist nicht notwendig, das Präparat mit Vaseline abzudichten. Ihr Auftragen und besonders das Reinigen der Deckgläser nach dem Versuch hält lange auf. Man saugt vielmehr die überschüssige Flüssigkeit (an Objektträger und Deckglas dürfen keine Staubteilchen haften) solange mit Fließpapier ab, bis das Deckglas fest an den Objektträger angepreßt ist und sich nicht mehr verschieben läßt. So erreicht man, daß das Wasser nur sehr langsam verdunstet, innerhalb der Versuchsdauer (5 Minuten) kaum merkbar, und nach Stunden ist bei sauberem Arbeiten die Peripherie des Objektträgerhohlraumes noch nicht erreicht. In 4 Stunden kann man so leicht 60—70 Versuche erledigen.

Bisher wurde der einfache Nachweis der Assimilation erörtert. Nun kann aber die A n z a h l der entstandenen Sauerstoff-

blasen und ihre Größe bestimmt werden, und damit ist die Möglichkeit gegeben, auch die Quantität des ausgeschiedenen Gases zu berechnen. Die Blasen sind Kugeln, aus ihrem unter dem Mikroskop festgestellten Durchmesser ergibt sich nach der Kugelinhaltformel das Gasvolumen. (Die Blasen werden bei der kurzen Versuchsdauer nie so groß wie die Tiefe des Objektträgerhohlraumes. Dieser ist in der Mitte durchschnittlich 45 Teilstriche tief, die gemessenen Blasen haben eine Größe von 8—15, höchstens 29 Teilstrichen. Da sie demnach immer frei beweglich bleiben, muß ihre Gestalt kugelförmig sein.) Während bei der SACHSschen Methode das Maß für die Assimilationsintensität die in der Zeiteinheit produzierte Blasenzahl ist, wird hier das Gasvolumen selbst bestimmt. Es können Gasmengen bis herab zu 0,0002 cmm gemessen werden.

Für die Leistungsfähigkeit der Methode in quantitativer Hinsicht sei ein Beispiel angeführt. Bei verschiedener Lichtintensität assimilieren bekanntlich die Pflanzen verschieden stark. Die folgende Tabelle gibt die Assimilationswerte für Blättchen von *Fontinalis* in größerer und kleinerer Entfernung vom Fenster wieder. (Diffuses Nordlicht bei wolkenlosem Himmel, destilliertes Wasser, 0,5 % Natriumbikarbonat.) Die Zahlen sind Durchschnitte aus 5 gleichsinnig verlaufenen Versuchen.

Entfernung vom Fenster . . .	100 cm	70 cm	40 cm	10 cm
Gebildetes Gasvolumen in cmm .	0,011	0,014	0,027	0,036

Die produzierte Gasmenge wird nach einer Assimilationsdauer von 5 Minuten bestimmt, dann das Blättchen, damit keine Assimilationshemmung eintritt, zur Veratmung der Assimilate im verdunkelten Schälchen gehalten, währenddessen 2 neue Blätter nacheinander je 5 Minuten belichtet, wie das erste verdunkelt, hierauf das erste wieder angesetzt usw. Deutlich ist eine Zunahme des gebildeten Gases bei steigenden Lichtintensitäten bemerkbar[1]). Im Gegensatz hierzu sind im Kontrollversuch, der in derselben Weise, aber stets bei einer Entfernung von 10 cm vom Fenster,

1) Versuche, in denen ein lebendes und ein in Alkohol kurz fixiertes totes Blatt zusammen mit einer kleinen Luftblase eingeschlossen werden, zeigen, daß diese auch bei Belichtung am toten Blatte nicht wächst, während sie, zum lebenden Blatte hingeschüttelt, sofort an Volumen zunimmt. Die an den beiden gleich grünen Blättchen durch die Lichtabsorption entstehende Wärme ist also nicht so groß, daß sie als Fehlerquelle beim Versuch in Betracht kommt.

ausgeführt wurde, die Gasvolumina jedesmal annähernd gleichgroß. Hierfür folgende Zahlen:

Entfernung vom Fenster immer 10 cm				
Gebildetes Gasvolumen in cmm . .	0,038	0,033	0,042	0,033

Nur hingewiesen sei hier darauf, daß sich ebenso die Intensität der Assimilation bei verschiedenen Kohlensäurekonzentrationen wie die Wirkung von Salzen und Narkoticis feststellen lassen. Auf eine mit dieser Methode aufgefundene Förderung durch Mangansalze soll an anderer Stelle eingegangen werden.

Mit der SACHSschen Methode hat die eben geschilderte die Vorteile der Einfachheit und kurzen Versuchsdauer gemeinsam. In verschiedener Hinsicht aber erscheint sie geeignet, diese zu ergänzen. Die Anwendbarkeit der Gasblasenmethode beruht bekanntlich auf dem Vorhandensein von Interzellularen, interzellularenlose Pflanzen lassen sich mit ihr nicht untersuchen; außerdem kommt sie nur für Wasserpflanzen in Betracht. Mit der neuen Versuchsanstellung können wir die Assimilation auch interzellularenfreier Gewächse und Landpflanzen studieren. Algen, Protonema, Wasser- und Landmoose können zum Versuche herangezogen werden. Für Demonstrationszwecke (Projektion durchs Mikroskop) dürfte sie deshalb geeigneter sein, weil das Experiment stets gelingt. Weiter ist die SACHSsche Methode, darauf haben WILLSTÄTTER und STOLL sowie andere Autoren schon hingewiesen, für vergleichende Versuche nicht brauchbar. Solche können mit der neuen Methode ausgeführt werden. Wir denken hier besonders an einen Vergleich zwischen Moosarten einer Gattung. Ob mehr wie orientierende Vergleichsresultate auf diese Weise erhalten werden können, muß die Untersuchung lehren.

3. Atmung.

Vergleichen wir die geschilderte Methode mit der ENGELMANNs (1894), so muß auffallen, daß trotz fast gleicher Versuchsanstellung dieser und andere Autoren, wie PFEFFER (1904) und PRINGSHEIM (1886), nie das Auftreten von Gasblasen beobachtet haben. Wie ist das zu erklären? ENGELMANNs Präparate enthalten Bakterien, meine nicht. Diese Bakterien reagieren chemotaktisch auf Sauerstoff, sie verbrauchen ihn aber auch und verhindern so, daß Gasblasen entstehen. Die komplizierte und indirekte Methode ENGELMANNs verbirgt also eine einfachere und direkte, was den Nachweis der Assimilation angeht, der im vorstehenden erörtert wurde, und was den Nachweis der Atmung angeht, dem wir uns jetzt zuwenden wollen.

Wenn im ENGELMANNschen Experiment die Bakterienatmung verhindert, daß der Assimilationssauerstoff sich in mehr als löslicher Menge ansammelt, so muß bei unserer Versuchsanstellung durch die Atmung der grünen Pflanze selbst der von ihr produzierte Sauerstoff wieder zum Verschwinden gebracht werden. Wir haben nur dafür zu sorgen, daß seine Weiterbildung für einige Zeit sistiert wird, die Pflanze also nur atmet. Dies ist der Fall bei Verdunkelung des vorher belichteten Präparates. Zwar tritt für den bei der Oxydation verbrauchten Sauerstoff bekanntlich dasselbe Volumen Kohlensäure auf; man sollte also erwarten, daß das Gasvolumen dasselbe bleibt. Da aber Kohlensäure zu 100% in Wasser löslich ist, wären die Bedingungen für ihr Auftreten in Blasenform erst dann gegeben, wenn der Objektträgerhohlraum zur größeren Hälfte gasförmigen Sauerstoff, zur kleineren Wasser enthielte. Dies ist bei der kurzen Versuchsdauer nie auch nur annähernd der Fall (vgl. Fig. 2). Bei Verdunkelung müssen die im Licht gebildeten Sauerstoffblasen in dem Maße gelöst werden, als der in Lösung befindliche Sauerstoff durch die Atmung konsumiert wird.

In der Tat verschwinden bei Verdunkelung einer vorher belichteten Assimilationskammer die Gasblasen wieder. Dies dauert je nach der Atmungsintensität der zum Versuch verwandten Pflanzen verschieden lange. Bei sämtlichen untersuchten Objekten hat nach 1—2stündiger Verdunkelung die Gasmenge merklich abgenommen. Saugt man nach dem Assimilationsversuch Sublimat oder ein anderes Gift durch die Kammer, so bleiben die Blasen auch bei Verdunkelung, annähernd konstante Temperatur vorausgesetzt, dauernd erhalten.

Kurz erwähnt sei hier folgende Komplikation: Wird der Versuch mit gewöhnlichem, stickstoffhaltigem Wasser angesetzt, so hören Blasenproduktion und Blasenwachstum nicht sofort bei Verdunkelung auf. Letzteres ist nach dem auf Seite 44 Gesagten verständlich: Auch nach Verdunkelung muß in die sauerstoffreichen Blasen noch eine Weile Stickstoff einströmen. Die Erklärung dafür, daß nach Verdunkelung auch noch neue Blasen entstehen, gibt folgende Beobachtung: Schütteln wir das Blättchen von der Stelle, wo es assimilierte, fort, so entstehen hier noch neue Blasen. Das Wasser muß um das Blatt herum mit Sauerstoff übersättigt gewesen sein. Dieser Sauerstoff scheidet sich bei der Verdunkelung infolge der unvermeidlichen Erschütterungen ab.

Schön gelingt der Atmungsversuch mit Blattspitzen von *Ranunculus fluitans*, die in Stücken von ca. 8 mm Länge zur Verwendung kommen. Sie sind röhrenartig, im Zentrum von Interzellularen durchzogen. Aus diesen tritt bei der Assimilation wie bei der SACHSschen Methode der Sauerstoff aus. (Die Gasblasen

erscheinen nicht wie in dem vorhin geschilderten Experiment mit der interzellularenfreien *Fontinalis* überall an der Oberfläche des Objektes, sondern allein an der Schnittfläche.) Bei Belichtung treten meistens eine ganze Anzahl Blasen aus den Blättchen hervor. Wir wählen eine besonders große zur Beobachtung und schütteln die kleinen fort. Während es bei Moosblättchen und Algen ziemlich lange dauert, bis nach Verdunkelung eine Abnahme des Gasvolumens wahrzunehmen ist, beansprucht der Versuch mit *Ranunculus* nur kurze Zeit, auch bei Verwendung von gewöhnlichem, N-haltigem Wasser (vgl. Fig. 1). Bei kräftigen Exemplaren können wir während einer Stunde mehrere Male hintereinander bei abwechselndem Belichten und Verdunkeln Vergrößerung und Verkleinerung der Blase beobachten. Aus folgenden Gründen geht die Volumenabnahme so schnell vor sich: Erstens ist dem Sauerstoff aus den Interzellularen stammender Stickstoff beigemengt. Die Gasbläschen werden also im Dunkeln, im Gegensatz zum Versuch mit interzellularenfreien Pflanzen, nur wenig weiterwachsen. Zweitens sind außer assimilierenden nach innen zu noch andere chlorophyllarme, in der Hauptsache nur atmende Zellen, vorhanden. Es konsumieren bei Dunkelheit mehr Zellen Sauerstoff, als ihn bei Licht produzierten.

Der geschilderte Versuch ist eine Gasblasenmethode im kleinen mit dem Unterschied, daß der gebildete Sauerstoff bei der Pflanze festgehalten und zur Atmung verbraucht wird. So ermöglicht der Assimilationsversuch den Atmungsversuch.

Wie die Assimilation, so läßt sich auch die Atmung quantitativ verfolgen. Wir haben nur zu bestimmen, wieviel Prozent des Sauerstoffs in der Zeiteinheit bei Verdunkelung wieder verschwindet. Benutzung von stickstofffreiem Wasser ist nach dem oben Gesagten hierbei Voraussetzung.

Gärungsphysiologisches Institut der Landw. Hochschule
Weihenstephan, Juli 1923.

Literatur.

ANGELSTEIN, U. (1910), Über die Kohlensäureassimilation submerser Wasserpflanzen in Bikarbonat- und Karbonatlösungen. COHNs Beitr. z. Biol. d. Pfl. 10, S. 87.

DE CANDOLLE (1833), Pflanzenphysiologie 1, S. 102.

ENGELMANN, W. (1894), Résumé über seine Untersuchungen. PFLÜGERS Archiv 57, S. 375.

KNIEP, H. (1915), Über den Gasaustausch der Wasserpflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 56, S. 460.
LINDNER, P. (1909), Mikroskopische Kontrolle in den Gärungsgewerben. Berlin.
PFEFFER, W. (1904), Physiologie 1, S. 334.
PRINGSHEIM, N. (1886), Über die Sauerstoffabgabe der Pflanze im Mikrospektrum. Jahrb. f. wiss. Bot. 17, S. 162.

(7.) A. Schade: Die kryptogamischen Pflanzengesellschaften an den Felswänden der Sächsischen Schweiz.

Kein Gebiet unserer näheren Umgebung verlockt so zum Studium der Kryptogamen, insbesondere der Moose, Flechten und Algen, wie die Felswände der sog. Sächsischen Schweiz, und ganz von selbst drängen sich dem Auge die Pflanzengesellschaften auf, die im Wechsel der ökologischen Verhältnisse oft über große Flächen hin und in regelmäßiger Wiederkehr das Feld beherrschen. Im Anschluß an frühere Untersuchungen[1]), und weil sie auf der diesjährigen Tagung der drei Gesellschaften in Dresden in den vorbereitenden Mitteilungen zum Ausflug ins Basteigebiet berücksichtigt wurden, mögen sie im folgendem noch einmal kurz auseinandergesetzt werden, um so mehr, als durch SCHORLER[2]) die Algen eingehend bearbeitet worden sind, und sich auch in der früheren Auffassung einiges geändert hat. Damals war eine Reihe von „Facies" aufgestellt worden, aber ohne Beziehung zu dem bekannten pflanzengeographischen Begriffe. An Stelle dieser Bezeichnung tritt nun die „Elementar-Assoziation"[3]).

Bemerkt sei noch, daß die sorgsame Durchforschung des Gebietes[4]) eine ganze Anzahl neuer bemerkenswerter Arten be-

1) SCHADE, F. A., Pflanzenökolog. Studien a. d. Felswänden d. Sächs. Schweiz. Diss. i. ENGL. Bot. Jahrb. Bd. XLVIII, 1912.

2) SCHORLER, B., Die Algenvegetation a. d. Felswänden d. Elbsandsteingebirges. Sitzungsber. u. Abhandl. d. Isis, Dresden, 1914.

Wo im folgenden SCHORLERs Name erwähnt wird, ist immer diese Arbeit gemeint, desgl. die meinige, wenn von früheren Untersuchungen die Rede ist.

3) Vgl. DRUDE, O., Die Elementar-Assoziation i. Firmationsbilde. Ber. ü. d. zwölfte Zus.-kunft d. freien Vereinigung usw. S. 45—82 i. ENGL. Bot. Jahrb. Bd. LV, 1919.

4) SCHADE, A., Die Lebermoosflora der Oberlausitz. Festschr. zur Feier des 75jähr. Best. der Naturw. Ges. Isis, Bautzen, 1921.

sonders der Lebermoose festgestellt hat, von denen nur *Eucalyx obovatus* (Nees) Breidl., *subellipticus* (Lindb.) Breidl. und *Hygrobiella laxifolia* (Hook.) Spruce genannt seien, die zum Teil ebenfalls an Felswänden, zum Teil an Felsblöcken der Grundbäche auftreten. Berichtigt sei gegen früher, daß neben *Calypogeia trichomanis* (L.) Corda vor allem noch *C. Neesiana* (Mass. u. Car.) K. M. zu nennen ist, die ehedem nicht auseinandergehalten worden waren. Ebenso ist die vermeintliche *Lepidozia setacea* (Web.) Mitt. an Sandsteinfelsen zu streichen. Es ist *L. silvatica* Evans, wie später gefundene ♀ Pflanzen ausweisen. Die Torfboden liebende *L. setacea* ist aus unserem Gebiet überhaupt noch nicht bekannt.

Drei Gesellschaftsgruppen lassen sich an den Sandsteinfelsen unterscheiden: I. die der bergfeuchten Felsen, II. der überrieselten Felsen, III. der trockenen Felsen.

I. Die Elementar-Assoziationen der bergfeuchten Felsen.

Bergfeuchte Felsen finden sich überall in den „Gründen", wie auch auf der N-Seite der „Steine", besonders in den untersten Lagen. Je nach Beschattung oder Sonnenbestrahlung und relativer Höhenlage wechselt der Feuchtigkeitsgehalt zwischen 11,5 und 3,5 %, ohne daß das Gestein äußerlich von Wasser überlaufen ist. Künstlich befeuchteter Sandstein nahm, nebenbei bemerkt, im Höchstfalle 11 % seines Trockengewichtes an Wasser auf.

1. Das Pellietum epiphyllae bildet die unterste Assoziation, die schon auf der feuchten Erde vor der Felswand beginnt und an dieser oft hoch emporsteigt. *Pellia epiphylla* (L.) Lindb. überzieht dabei den Felsen, besonders gern die Simse der Schichtfugen, in ausgedehnten geschlossenen Decken, in die sich nur vereinzelte Pflänzchen von *Plagiochila asplenioides* (L.) Dum., *Calypogeia trichomanis*[1]) und *Neesiana*, *Dicranella heteromalla* (Dill.) Schpr., *Mnium hornum* L. als Begleiter einnisten können. Sie verlangt anscheinend eine Gesteinsfeuchtigkeit von mindestens 7 %.

2. Das Fegatelletum mit *Fegatella conica* Corda vertritt die vorige Assoziation an vielen Stellen von anscheinend ganz ähnlicher Beschaffenheit. Die beiden Pflanzen schließen sich gegenseitig fast überall vollständig aus. Sie erzeugt ebenfalls ausgedehnte, aber lockerere Decken, daher oft stärker von den oben genannten Begleitern durchsetzt, wozu noch besonders *Plagiothecium silvaticum* (Huds.) Br. Sch. G. (richtiger wohl *Pl. succulentum* nach der Auffassung MÖNKEMEYERs) kommt.

1) Bei schon genannten Pflanzen wird im folgenden das Autorzitat nicht wiederholt.

3. Das Calypogeietum findet sich ebenfalls besonders häufig am Fuße der Felswände, aber meist an schon höher gelegenen, etwas weniger feuchten Stellen. Es zieht sich ebenfalls meist schon vom Erdboden in ausgedehnten Decken am Felsen ± weit hinauf. Es besteht zumeist aus *Calypogeia Neesiana*, oft aber auch aus *C. trichomanis.* Die dichten Decken beider sind fest geschlossen, oft ziemlich dick und lassen sich meist schon durch die Farbe unterscheiden, die bei der ersteren fast stets gelblichgrün, bei der letzteren bläulichgrün ist. Begleiter sind meist nur in einzelnen Pflänzchen u. a. *Dicranella heteromalla, cerviculata* (Hedw.) Schimp. und *Dicranodontium longirostre* (Starke) Schimp. Beide vermehren sich an diesen Standorten anscheinend ausschließlich durch die in zahlloser Menge erzeugten Brutkörper und vermögen mit nur noch wenigen anderen Moosen am tiefsten in die dunklen Klüfte und Höhlungen einzudringen.

4. Das Leptoscyphetum Taylori stellt die eigenartigste Assoziation des ganzen Gebietes dar. Kein Lebermoos bildet an den Felswänden so ausgedehnte tiefe Rasen wie *Leptoscyphus Taylori* (Hook.) Mitt. Sie besitzen im senkrechten Schnitt die Form eines halben fallenden Wassertropfens, sterben am unteren Rande ab, während sie nach oben und zur Seite weiterwachsen. Von Zeit zu Zeit stürzen aus verschiedenen Ursachen die großen Rasen herab, leben aber am Boden weiter und bilden so als Saum am Fuße der Felswand entlang ein sekundäres Leptoscyphetum. Diese Assoziation steigt an den Felswänden vom Talboden aus bis zu 10—20 m empor, ist aber an geeigneten Stellen in noch höherer Lage zu finden, auch auf der N-Seite der „Steine". Als Begleiter treten zahlreiche Arten auf wie *Calypogeia Neesiana*, *Cephalozia bicuspidata* (L.) Dum., *C. media* Lindb., *C. catenulata* (Hüb.) Spruce, *C. leucantha* Spruce, *Odontoschisma denudatum* (Mart.) Dum., *Rhabdoweisia fugax* (Hedw.) Br. Sch. G. u. a.

Die sehr nahestehende, auf Torfboden heimische Art *L. anomalus* (Hook.) Lindb. ist am Sandstein unseres Gebietes bisher nur zweimal in Kümmerformen beobachtet worden.

5. Im Bereiche der vorigen stellt sich sehr häufig an etwas feuchteren Stellen eine aus Algen bestehende Assoziation ein, die SCHORLER das Mesotaenietum nennt. Es sind Grünalgenschleime, vorwiegend mit *Mesotaenium Braunii* DB., *chlamydosporum* DB. und *micrococcum* (Ktz.) Kchn. und verschiedenen *Gloeocystis*-Arten, die sich zwischen die Moospflänzchen und die Felsunterlage einzwängen, sie überwuchern und ersticken. Befallen werden davon z. B. besonders die dünnen Decken der *Cephalozia*-Arten,

Odontoschisma denudatum, aber auch *Leptoscyphus Taylori* selbst, solange die Pflanzen, wie z. B. am Rande der Rasen, noch flach am Felsen dahinkriechen.

6. Das Diplophylletum albicantis bekleidet oft quadratmetergroße Flächen mit dichten charakteristischen Überzügen. Die Hauptstengel von *Diplophyllum albicans* (L.) Dum. kriechen am Felsen hin und entsenden senkrecht zur Felswand, also wagerecht abstehende, mit den Enden leicht nach oben gekrümmte sekundäre Stengel, die zweireihig beblättert sind und dadurch flach erscheinen. Begleiter sind bisweilen *Dicranella heteromalla* und *cerviculata*.

7. Über abgestorbenem Diplophylletum, aber auch anderen Leber- und niedrigen Laubmoosen, Algenkrusten, sehr oft an Felsen ohne erkennbare organische Unterlage tritt sehr häufig das Rhacodietum auf. Eine bisher hier nur steril gefundene, trotzdem ungemein häufige Flechte *Rhacodium rupestre* Pers. (= *Cystocoleus rupestris* (Pers.) Thweit.) überzieht dann nicht selten über Quadratmeter hin besonders gern das abgestorbene *Diplophyllum* und hüllt die Felswand in ein sammetartiges Schwarz. Es ist noch nicht klar, ob die Flechte erst die toten Pflanzen befällt oder durch ihr Auftreten die lebenden erdrückt. Begleitet ist die Pflanze meist von grauen servdiösen Flechtenschorfen.

8. Das Rhabdoweisietum, an besonders schattigen Felsen, wird von *Rhabdoweisia fugax* gebildet, einem winzigen Laubmoos, das aber große Felsflächen mit geschlossenen Überzügen zu besetzen vermag und stets Sporogone entwickelt, die nicht nur wagerecht vom Felsen abstehen, sondern ebensogut unter Überhängen senkrecht abwärts wachsen. Begleiter sind u. a. besonders häufig *Diplophyllum albicans* und *Dicranella heteromalla*.

9. Das Dicranelletum setzt sich zusammen aus *Dicranella heteromalla* und *cerviculata*, sowie *Dicranodontium longirostre*, von denen bald die eine, bald die andere Art vorherrscht, von denen die letzte, stets sterile Pflanze besonders leicht an ihren Bruchblättern zu erkennen ist, die an der feuchten Hand beim Darüberhinwegstreichen in zahlloser Menge hängenbleiben. Die Arten wachsen in meist getrennten, aber oft ± dicht aneinander heranrückenden Rasen, die zwischen sich noch viel Raum lassen für zahlreiche der bisher schon genannten Begleiter.

10. Das Georgietum mit *Georgia pellucida* (L.) Rabh. bedeckt ebenfalls schattige Felswände mit ausgedehnten, reinen, weichen, frischgrünen Überzügen. Besonders fällt es auch auf, wenn die Pflanzen abgestorben den Felsen mit braunem Farbton überziehen. Da meist zwischen den toten Pflanzen zahllose Protonemablätter auftreten, aus denen neue Stämmchen hervorknospen, so erhält

sich die Assoziation lange Zeit an derselben Stelle. Im übrigen vermehrt sich die Pflanze an diesen Orten ausschließlich durch die bekannten Brutkörper.

11. Während die bisher aufgeführten Assoziationen an ± tiefliegende Orte mit stärkerer Gesteins- und Luftfeuchtigkeit gebunden sind, findet sich das Odontoschismetum erst an höher und ± freiliegenden Felswänden ausgeprägt, am meisten in nördlicher Lage, in südlicher nur in beschatteten, engen Klüften. Die Gesteinsfeuchtigkeit beträgt hier nur noch etwa 3—4 %, wie auch die Luftfeuchtigkeit geringer ist. Die Assoziation setzt sich regelmäßig zusammen aus *Odontoschisma denudatum*, *Sphenolobus minutus* (Crantz) Steph. und *Pleuroschisma trilobatum* (L.) Dum. var. *depauperata* K. M., einer besonders auffälligen Kümmerform, wozu sich oft *Lophozia gracilis* (Schleich.) Steph. gesellt. Wie sich *Pleuroschisma trilobatum* vermehrt, ist noch unklar. Bei den übrigen geschieht es ausschließlich durch Brutkörper. Mit diesen Moosen sind stets in ± großer Menge Flechten vergesellschaftet, und zwar *Parmelia physodes* (L.) Ach., *saxatilis* (L.) Ach., *furfuracea* (L.) Ach., *Cetraria glauca* (L.) Ach. und ± entwickelte *Cladonia*-Lager, die die Moosrasen durchsetzen oder teilweise überziehen.

12. Endlich findet sich in ähnlicher Lage wie vorige, aber meist etwas mehr beschattet, an noch deutlich bergfeuchtem Gestein das Biatoretum uliginosae. *Biatora uliginosa* Schrad. ist eine meist auf torfigem Boden verbreitete, häufig auch auf morsches Holz übergehende Flechte. Bemerkenswert ist, daß sie hier als eine in dieser Weise offenbar noch nicht bekannte fo. *saxicola* ausgedehnte Felsflächen besiedelt. Sie besetzt dabei die ± wagerecht verlaufenden, ganz flachen, hohlkehlartigen Vertiefungen in meterlanger Ausdehnung. Ihr Lager ist viel dicker als bei den gewöhnlichen Formen, bis 2—3 mm, stets heller braun, meist grünbraun, erscheint bei stärkerem Austrocknen rissig gefeldert und sitzt dem Felsen unmittelbar auf, oft aber auch über kleinen abgestorbenen Moosrasen. Hier und da finden sich Apothezien, die stets ± stark gewölbt sind und nicht einzeln stehen, sondern in größerer Zahl köpfchenartig zu Gruppen dicht zusammengedrängt und miteinander zusammenhängend. Die Sporen entsprechen mit 12,6—14,4 × 5,4 — 7,2 μ der gewöhnlichen Form. Früher war diese Assoziation irrtümlicherweise als „Pannaria-Facies“ bezeichnet worden.

13. An sehr schattigen Felsen, besonders unter Überhängen und in Höhlungen breitet sich das Pleurococcetum epilithicum[1])

1) SCHORLER nannte diese Assoziation nur Pleurococcetum, da 1914 endolithische Algen des Sandsteins noch nicht bekannt waren.

aus, hell- oder gelbgrün staubige Anflüge von *Pleurococcus vulgaris* (Grev.) Menegh., häufig nach SCHORLER mit *Stichococcus bacillaris* Näg. Vielfach geht die Farbe ± in Grau über. Dann sind die Algen von Pilzhyphen umsponnen und stellen Flechtenanfänge dar, die an diesen Orten dauernd in diesem Zustande beharren, wie denn überhaupt diese und andere staubige Flechtenschorfe überall außerordentlich häufig sind.

II. Die Elementar-Assoziationen der überrieselten Felsen.

Von den wagerechten Schichtfugen rieselt oft in ± breiten Streifen Wasser herab, entweder dauernd bis zum Grunde der Sandsteinwände oder, je nach den Umständen, unterwegs versiegend. Diese Rieselstreifen beherbergen eine reiche Algenflora und lassen nach SCHORLER vier Assoziationen unterscheiden.

14. Zunächst fällt am meisten das Bacillarietum auf, das während der Vegetationszeit in schönen dunkelbraunen, meist scharf begrenzten Streifen die Felswände herabläuft. Man kann es nach SCHORLER in 5 Subassoziationen gliedern, entsprechend den herrschenden Leitarten:

a) Das Fragillarietum virescentis mit *Fragillaria virescens* Rolfs.
b) Das Pinnularietum borealis mit *Pinnularia borealis* Ehrh.
c) Das Pinnularietum appendiculatae mit *Pinnularia appendiculata* Ag.
d) Das Frustulietum saxonicae mit *Navicula* (*Frustulia*) *rhomboides* Ehrbg. var. *saxonica* Rabh.
e) Das Melosiretum Roeseanae mit *Melosira* (*Orthosira*) *Roeseana* Rabh.

Die drei erstgenannten bilden „lockere, nicht zusammenhängende Bestände, kurz einen Diatomeenschlamm", d) dagegen gallertige Häute. Das Melosiretum in Gestalt eines dunkelgraubraunen Schlammes findet sich nur an Stellen, die für die vorhergehenden zu lichtarm sind. Daher ist es auch durch besondere Begleiter gekennzeichnet (nach der abnehmenden Häufigkeit geordnet): *Hantzschia amphioxys* (Ktz.) Grun. var. *major* Grun., *Fragilaria capucina* Desm., *Achnanthes* (*Achnanthidium*) *coarctata* Bréb., *Denticula* (*Grunowia*) *sinuata* W. Sm., *Navicula* (*Diploneis*) *ovalis* Hilse und *Chroococcus turgidus* Naeg. var. *violaceus* W. West, eine Form, die bisher nur aus England bekannt war. Die zahlreichen Begleiter der vier übrigen sind überwiegend montane Arten. Näheres findet man in SCHORLERs Arbeit.

15. Andere Rieselstreifen zeigen in wundervoller Entwicklung ein Chromulinetum mit *Chromulina Rosanoffii* (Wor.) Bütschli. Aus der Entfernung gesehen ähnelt es einem Bacillarietum, aber schräg von oben betrachtet leuchtet es in prachtvollem goldgelben Glanze, der nicht verwechselt werden kann mit dem grüngoldenen Schimmer der Leuchtmoosvorkeime, die zudem nur am Fuße der Felsen meist tief in Spalten und Höhlungen anzutreffen sind. Teils tritt es rein für sich auf, teils liegt es zuweilen über einem Bacillarietum. Wenn das Rieselwasser den Felsboden am Fuße der Wände erreicht, findet sich das Chromulinetum auch auf der Oberfläche der in Vertiefungen stehenbleibenden Wasserlachen.

16. Die Rieselstreifen sind beiderseits sehr oft von einem langgestreckten frischgrünen Moossaum begrenzt, dem Haplozietum sphaerocarpae mit *Haplozia sphaerocarpa* (Hook.) Dum. Wenn das Rieselwasser an der Felswand versiegt, laufen unter ihm die beiden Säume zu einer ± spitzen Kappe zusammen. Oft schließt sich seitwärts an den *Haplozia*-Streifen ein ± breiter von *Diplophyllum albicans* an, gelegentlich an dieser wieder *Dicranella heteromalla*. Wenn am Fuße der Felsen ein Wässerchen vorüberfließt, so stellt sich an der Wasserlinie dasselbe Haplozietum in wagerechter Ausdehnung ein, aber ohne den regelmäßigen Anschluß der beiden Begleiter.

17. Nicht selten findet man große nasse und glatte Felswände, an denen sich andere Pflanzen wohl nur schwer halten können, mit gallertigen bis fast knorpelig festen Häuten bedeckt, die sich oft durch Herabrutschen zu 1—2 cm dicken Gallertwülsten aufstauen, ein Gloeocapsetum, das nach SCHORLER in zwei Subassoziationen zerfällt:

a) Das Gl. Magmatos aus *Gloeocapsa Magma* (Bréb.) Ktz., blut- bis kupferrot gefärbt, häufig mit *Stigonema minutum* (Ag.) Hass. und anderen Arten derselben Gattung. Austrocknende Krusten werden oft von dem schon oben angeführten Rhacodietum besetzt.

b) Das Gl. montanae mit *Gloeocapsa montana* Ktz. in Gestalt grauer Gallerthäute, in denen alle drei Formen, die KÜTZING als Arten beschreibt, *Gl. montana*, *quaternata* und *polydermatica* auftreten, letztere aber vorherrscht.

18. Die letzte hierher gehörige Assoziation ist das Gloeocystetum, ein grau- bis dunkelgrüner Algenschlamm, eine Parallelerscheinung zum Gloecapsetum montanae, die beide ohne scharfe Grenze ineinander übergehen können. Es entwickelt sich in viel

geringerem Umfange als die vorige Assoziation, ist aber sehr häufig. *Gloeocystis rupestris* (Lyngb.) Rabh., *gigas* (Ktz.) Lagerh. und *vesiculosa* Näg. sind nach SCHORLER die herrschenden Arten. Daneben treten noch auf *Palmella mucosa* Kg., *Mesotaenium*-Arten, *Inoderma lamellosum* Ktz., *Frustulia saxonica* u. a. Die von SCHORLER als *Urococcus insignis* (Hass.) Ktz. angeführte Alge scheint mit *Gloeodinium montanum* Klebs[1]) identisch zu sein, nach brieflicher Mitteilung des Autors vom 8. 8. 1913. Ob das ihm von mir zugesandte frische Material beim Weiterzüchten etwas anderes ergeben hat und etwas darüber veröffentlicht wurde, ist mir infolge der Unterbrechung durch den Krieg nicht bekannt geworden.

Vielfach springen an den Schichtfugen ± nasse Felssimse vor, die sehr oft besetzt sind von *Polytrichum commune* L. oder *Sphagnum*, meist wohl *quinquefarium* Wtf., der Höhe wegen in der Regel nicht zu erlangen. So kommen als weitere sich einschiebende Assoziationen zustande:

19. Das Polytrichetum.
20. Das Sphagnetum.

In beide nisten sich oft *Vaccinium Myrtillus* L. und Farne ein.

III. Die Elementar-Assoziationen der trockenen Felsen.

Die trockenen Felsen sind äußerlich nur dort völlig pflanzenleer, wo sie dauernd im vollen Sonnenbrande liegen oder auch in N-Lage offenbar nicht mehr genügende Luftfeuchtigkeit vorhanden ist, und dazu noch womöglich die Flächen von oben durch oft nur ganz schwache Überhänge gegen Regen geschützt sind. Die Gesteinsfeuchtigkeit sinkt bis auf 0,05 %, also praktisch gleich Null, schwankt aber in südlichen Lagen bei trockenem Wetter gewöhnlich zwischen 0,20 und 0,80 %, in nördlichen bis etwa 1,5 %. Nach heftigem Regen ist sie je nach dem Orte vorübergehend höher, bis etwa 5 %, aber so hoch meist nur auf den Gipfelplatten der Felsen. Hier beginnt denn auch die oberste dieser langandauernde Trockenheit vertragenden Assoziationen,

21. das Gyrophoretum. Es zieht sich von den höchsten Felskanten, vor allem der „Steine“, und zwar nur an ± besonnten Stellen, an etwas schrägen, stets vom Regen getroffenen Felsflächen weit herab und besteht aus *Gyrophora deusta* (L.), *polyphylla* (L.) Kbr. und *vellea* (L.) Ach. (oder *spodochroa?* zweifelhaft, da stets steril). Dabei überwiegt bald die eine, bald die andere Art.

---

1) KLEBS, GEORG: Über flagellaten- und algenähnliche Peridineen. Verh. d. Naturhist.-Mediz. Ver. Heidelberg, N. F., XXI. Bd., 4. H, S. 411—16.

22. Wo aber die Felswand durch vorspringende Felsen oder Bäume, oft auch nur von der gegenüberliegenden Talkante herüber immer nur vorübergehend bestrahlt und dann wieder beschattet ist, findet sich die augenfälligste Assoziation des ganzen Gebietes, das Leprarietum chlorinae oder die „Schwefelflechte“. Sie wird gebildet von den stets sterilen, ± dicken gelben, im Schatten etwas ins Grünliche spielenden Lagern der *Lepraria chlorina* Ach., die nach meiner Überzeugung[1]) weder zu *Calicium chlorinum* (Ach.) Kbr., das im Gebiete noch gar nicht gefunden wurde, wenn man nicht *C. paroicum* (Ach.) dazurechnen will, noch zu *C. corynellum* Ach. gehört, das nur ganz vereinzelt auftritt.

23. Als Gegenstück dazu beobachtet man besonders in nördlichen, also mehr beschatteten Lagen, gewöhnlich auch unter Überhängen, sehr häufig das Leprarietum latebrarum, das aus dicken, in kleine Schollen zerrissenen grauweißen Lagern der *Lepraria latebrarum* Ach. besteht, oft mit eingesprengten kleinen Lagern der *L. chlorina*. Die systematische Zugehörigkeit der Pflanze ist noch ganz rätselhaft. Man hat sie mit *Arthonia lecideoides* Th. Fr. in Zusammenhang gebracht, die in der Tat im Gebiet auch ziemlich verbreitet ist.

24. An völlig freiliegenden und äußerlich pflanzenleeren Steilfelsen mit N-Lage tritt das Pleurococcetum endolithicum auf. 1—2 mm unter der Felsoberfläche erstreckt sich in großem Umfange eine 1 mm dicke grüne Algenschicht, die aus einem *Protococcus* besteht mit eingestreuten leeren Diatomeenschalen. Die nähere Untersuchung steht noch aus. Diese eigenartige und für den Sandstein[2]) neue Assoziation fand sich an verschiedenen z. T. weit voneinander entfernten Stellen, so besonders schön im Wehlgrunde bei der Bastei, am Hockstein und in den Schrammsteinen, und dürfte allgemeiner verbreitet sein. Äußerlich macht sie sich durch die Farbe nicht bemerkbar, erst Hammer und Meißel fördern sie zutage. Aber sie zieht sich von der Felswand auch an der Decke der so oft vorhandenen Höhlungen hin, und hier lösen sich von dieser oft bis handtellergroße 1—2 mm dicke Gesteinsschalen und fallen herab. Die freiwerdenden Algen wuchern nun und fallen durch ihre dunkelgrüne Farbe auf. Oft werden sie von

1) SCHADE, A., Die „Schwefelflechte“ der Sächs. Schweiz. Sitzungsber. u. Abh. der Isis Dresden, Jahrg. 1916.

2) Über die endolithischen Algen des Dolomitenkalkes vgl. L. DIELS: Die Algen-Vegetation der Südtiroler Dolomitriffe. Diese Ber. Jahrg. 1914, S. 502—526.

Pilzhyphen umgarnt und werden zu Flechtenanfängen. Nun fallen dem Beobachter auch an der freien Felswand ähnliche Narben, zahlreich nebeneinander, auf, und es ist kein Zweifel, daß sich auch dort die Gesteinsrinde über der Algenschicht löste und herabsank. Aber die freigelegten Algen können hier nicht weiter bestehen, sie ziehen sich offenbar wieder tiefer ins Gestein zurück, und nichts verrät mehr ihre Gegenwart und Arbeit, die sicher in der Verwitterung der Felswände eine nicht unbedeutende Rolle spielt, als eben jene flachen, aber umfangreichen Narben.

25. Äußerlich recht unscheinbar, aber ganz gesetzmäßig in seinem Auftreten ist das Parmelieto-Cladonietum. Wo an diesen freien sonst kahlen Felswänden ein Teil derselben vorspringt, so besonders an ihrem Fuße, und vom Regen getroffen werden kann, oder auch ein Felsblock unter der Traufe eines Überhanges liegt, gleichgültig ob in N- oder S-Lage, treten mit scharfer Grenze gegen den nicht oder zu wenig benetzten Teil zahlreiche, oft dicht zusammenhängende Flechtenlager auf, besonders Kümmerformen der *Parmelia conspersa* (Ehrh.) Ach., *saxatilis* (L.) Ach., *physodes* und anderer noch unsicherer Arten, ebenso zahlreiche *Cladonia*-Lager verschiedener Arten, vielfach wie auch die Parmelien nur im Soredienzustande, wozu sich hier und da auch die genannten *Gyrophora*-Arten gesellen. Diese Assoziation ist mit unbedingter Sicherheit an allen entsprechenden Orten anzutreffen, und vergleichende Wägungen der Gesteinsfeuchtigkeit zeigen immer wieder ihre Abhängigkeit vom Regen. Das je nach der Witterung fortgesetzte Schwanken zwischen Austrocknen und Befeuchten gewährt ihnen gerade noch die äußerste Möglichkeit für ihr kümmerliches Dasein.

26. Endlich bleibt hier als letzte Assoziation noch das Biatoreto-Chaenothecetum zu erwähnen. Dies stellt sich erst in tieferen Lagen mit schon höherer Gesteins- und Luftfeuchtigkeit ein und vermittelt damit den Anschluß an die Assoziationen der bergfeuchten Felsen, zwischen denen es auch zum Teil auftritt. Zwei Flechten setzen es zusammen: *Biatora lucida* Ach. und *Chaenotheca arenaria* (Hpe.) Zahlbr. Beide werden volkstümlich ob ihres gelben Lagers mit in die „Schwefelflechte" einbezogen. Oft treten beide gesondert auf, die letztere nur in kleinen, aber zahlreichen Lagern in leichten Vertiefungen des Gesteins, während die erstere mit ihren dünnen ± staubigen Krusten ausgedehnte Flächen besiedelt. Oft leben sie aber auch übereinander, und da ihre Lager voneinander kaum zu unterscheiden sind, glaubte man, die gestielten Apothezien der *Chaenotheca* säßen parasitisch auf *Biatora*,

was durchaus zu bezweifeln ist. Übrigens sind Apothezien bei beiden häufig anzutreffen, nur sind sie bei *Chaenotheca* schwer zu erkennen, am besten, indem man am Felsen möglichst steil von oben herabsieht, wobei sie als bis höchstens 4 mm lange grünlich-schwarze Stiftchen erscheinen. Gerät *Biatora* in tieferen Schatten, so färbt sich ihr Lager ± grünlich, was bei *Chaenotheca* nicht der Fall ist.

Es ist klar und oben auch verschiedentlich angedeutet worden, daß zwischen den genannten Pflanzengesellschaften zahlreiche Übergänge bestehen. Die Natur kennt kein Schema, denn alles ist im Fluß. So läßt die Veränderlichkeit der Niederschläge die Rieselstreifen bald spärlicher fließen oder ganz versiegen, bald wieder stärker anschwellen. Keine der Assoziationen besteht ewig in gleicher Beschaffenheit. Sie wachsen heran und altern und schlagen sich gegenseitig im Kampfe ums Dasein. Die einen reißt das Gesetz der Schwere von ihrer Höhe herab, die anderen krümmen sich sterbend im Gluthauche des Sommers vom Felsen ab, und sofort drängt der Nachbar langsam, aber unaufhaltsam auf dem freiwerdenden Boden nach. Diese erliegen im Übermaße der Feuchtigkeit, jene werden erdrückt durch herabgeschwemmtes Erdreich, und neues Leben breitet sich über ihnen aus. Und wo keine gewaltsamen Einflüsse des Lebens Gleichmaß stören, da schaffen sich die Generationen in stiller Arbeit selbst den Untergang, indem sie das Keimbett bereiten für andere. Und doch, soviel auch die Zeit im kleinen verändern mag, im ganzen verschiebt sich das Bild nur wenig, wenn nicht Ereignisse umstürzender Art eine neue und anders geartete Besiedlung einziehen lassen.

(8.) K. O. Müller: Zur Kenntnis der Faktoren der Anthozyanbildung bei der Kartoffel.

(Vorläufige Mitteilung.)

Im Gegensatz zu anderen wichtigen Kulturpflanzen ist die Kartoffel bis jetzt nur in geringem Maße zu erbanalytischen Untersuchungen herangezogen worden. Dies beruht wohl darauf, daß die Kartoffel ein ziemlich ungünstiges Objekt für derartige Versuche darstellt. Die Kultursorten sind ausnahmslos stark heterozygotisch und erlauben ihrer Bastardstruktur gemäß nicht ohne weiteres die Durchführung einer Erbanalyse mit Hilfe von Kreuzungen reiner Linien und Aufspaltungen der F_1-Generationen. Außerdem ist die Herstellung von Selbstungs- und Bastardbeeren und die Anzucht von Kartoffelsämlingen im großen mit einigen technischen Schwierigkeiten verbunden, so daß es nicht immer leicht ist, eine genügend große Nachkommenzahl von bestimmten Eltern zu erhalten.

Von den wenigen bis jetzt erschienenen Arbeiten seien nur die von SALAMAN[1]) und NILSON[2]) erwähnt. Nach S. sind für die Entstehung einer gefärbten Blüte ein chromogener und außerdem noch zwei andere Faktoren maßgebend. Es ist wahrscheinlich, daß an der Vererbung der Blütenfarbe bis fünf Gene beteiligt sein können. Die Bildung von rotschaligen Knollen ist an das Zusammenarbeiten zweier Faktoren gebunden. Einen ähnlichen Vererbungsmodus zeigt auch die Buntfleischigkeit der Knollen. Nach N. sind die Blütenfarben genetisch ziemlich kompliziert, besonders die violetten Farbennuancen; Sorten mit hellblauen Blüten spalteten jedoch in seinen Versuchen nach dem monohybriden Schema auf. In bezug auf die Färbung der Knollenschale kommt N. nicht zu einem endgültigen Ergebnis; er glaubt aber, daß mehrere Erbfaktoren bei der Entstehung der rot gefärbten Knollenschale im Spiele sind.

Um einen besseren Einblick in die Erblichkeitsverhältnisse bei der Kartoffel zu gewinnen, konnte ich nicht den üblichen Weg

1) SALAMAN, R. N. The inheritance of colour and other characters in the potato. Journ. of Genetics 1910, 1, 7.

2) NILSON, Heribert N. Potatis foradling och potatis bedömning, Weibulls arsbok, 1913, 8, 4.

einschlagen, d. h. Linienzucht auf Homozygotie, Kreuzung reinvererbender Rassen miteinander und Aufspaltung der F_1-Generationen. Der Grund hierfür lag in der Langwierigkeit dieser Methode und in der Gefahr des Aussterbens der Linienzuchten durch Inzuchtsdegeneration.

Um diese bei der Kartoffel wenig aussichtsreiche Methode zu umgehen, wurde folgendermaßen vorgegangen: Nehmen wir an, zwei Rassen unterscheiden sich in bezug auf die Eigenschaft, deren Erblichkeit untersucht werden soll. Jede Rasse wurde dann geselbstet, außerdem beide miteinander bastardiert. Die Spaltungszahlen der Selbstungsgenerationen ließen die genotypische Konstitution der Eltern vermuten. Um aber einen Beweis für die Richtigkeit der Annahme zu erbringen, wurden die voraussichtlichen Gametenkombinationen bei der Kreuzung und die zu erwartenden Phänotypen berechnet. Stimmte das im Kreuzungsversuch erhaltene Ergebnis mit dem zu erwartenden überein, so bestand die vorher gemachte Annahme zu Recht. Um die Sicherheit noch zu erhöhen, wurden außerdem noch F_2-Generationen geprüft oder eine dritte Rasse geselbstet und mit den beiden ersten bastardiert.

Die Beeren wurden, da bei den künstlichen Bestäubungen Verunreinigungen durch Insekten oder Wind zu befürchten waren, unter Vornahme besonderer Schutzmaßnahmen gewonnen.

Ich gebe im nachstehenden einige meiner Versuche wieder, die die Vererbung der Anthozyanbildungsfähigkeit bei der Kartoffel klären sollen. Die Untersuchungen wurden hauptsächlich mit einer Fränkischen Landsorte (der Kürze halber im folgenden Rasse I genannt) und mit einem Abkömmling einer in Südamerika von den Chilote-Indianern gebauten Rasse (II) angestellt. Außerdem wurde noch *Solanum edinense* Berth. benutzt.

Bei den verschiedenen Kartoffelrassen kann eine durch Anthozyanbildung hervorgerufene Färbung an ganz verschiedenen Stellen der Pflanze auftreten. Bei vielen Sorten enthält die Blüte größere Mengen des Farbstoffes. Oft ist der Stengel bis in die rindenparenchymatischen Schichten hinein gefärbt. In den Blättern einiger Sorten sind ziemlich erhebliche Mengen des Farbstoffes zu finden. Der Lichtkeim, der bei Keimung der Knolle im Licht gebildet wird, enthält bei den meisten Rassen mehr oder minder große Anthozyan-Mengen. Bei der Knolle kann sowohl die Schale als auch das Fleisch gefärbt sein.

1. Blütenfarbe. Bei der Bestimmung der Blütenfarbe wurde nur darauf gesehen, ob in den Petalen eine deutliche Färbung auftritt. Die verschiedenen Farben-Zeichnungen konnten vorerst noch nicht berücksichtigt werden. Rasse I besaß reinweiße, II blauviolette Blüten. Die folgende Aufstellung zeigt die Versuchs-Resultate.

Tabelle 1

	Gefunden gef. : ungef.	=	gef. : ungef.	Berechnet gef. : ungef.	Erlaubter Fehler
I ⚥	0 : 52	=	0 : ∞	0 : ∞	± 0
II ⚥	63 : 22	=	2,97 : 1,03	3 : 1	± 0,173
I × II	57 : 53	=	1,07 : 0,93	1 : 1	± 0,20

Genotyp für Rasse I: aa
Genotyp für Rasse II: Aa

Die Zahlenverhältnisse zeigen, daß I die weiße Blütenfarbe rein vererbt. II besitzt die Färbung monofaktoriell. Geben wir I die Erbformel aa und II die Formel Aa und nehmen wir an, daß A über a dominiert, so erklären sich leicht die Zahlenverhältnisse in der Kreuzung. Kreuzungspflanzen mit weißer Blütenfarbe vererbten diese Eigenschaft weiter rein. Ein Teil der „gefärbten" Kreuzungen spaltete nach dem monohybriden Schema weiter auf, ein anderer erwies sich jedoch als homozygotisch.

2. Stengelfarbe. Die Feststellung geschah an der ausgewachsenen Staude, da die Färbung bei jungen Pflanzen meist noch nicht vollständig entwickelt ist. Als „ungefärbt" wurden diejenigen Pflanzen bezeichnet, deren Stengel reingrün waren oder nur ganz vereinzelt anthozyanhaltige Zellen besaßen. Alle anderen wurden als „gefärbt" geführt.

Rasse I besitzt einen rein grünen Stengel, II einen gefärbten. In Tabelle 2 sind die Resultate wiedergegeben.

Tabelle 2

	Gefunden gef. : ungef.	=	gef. : ungef.	Berechnet gef. : ungef.	Erlaubter Fehler
I ⚥	11 : 119	=	2,46 : 13,54	3 : 13	± 0,6134
II ⚥	108 : 138	=	28,1 : 35,9	27 : 37	± 3,052
I × II	50 : 93	=	10,4 : 21,6	12 : 20	± 2,37

Genotyp für Rasse I: BbDDEEXx
Genotyp für Rasse II: BbDdEexx

Bezeichnend ist, daß unter den Tochterpflanzen der Rasse I gefärbte Individuen auftraten; dies läßt darauf schließen, daß diese Sorte heterozygotisch einen Hemmungsfaktor für die Anthozyanbildung im Stengel besitzt. Geben wir dieser Rasse die Erbformel BbXx (B = Bildungs-, X = Hemmungsfaktor, beide dominierend), so wäre für das Verhalten der Tochtergeneration eine Erklärung gefunden. Anders liegen die Verhältnisse bei der Rasse II. Hier können die Zahlen nur erklärt werden, wenn wir annehmen, daß zur Bildung eines gefärbten Stengels das Vorhandensein dreier Faktoren nötig ist. Da II den Hemmungsfaktor nicht besitzen kann, sei die Formel BbDdEexx gegeben. Von I können nach unsern Formeln 4 verschiedene Gametenarten geliefert werden, von II acht. An Gametenkombinationen wären demnach 32 möglich. Nach diesen Voraussetzungen müßte also die Kreuzung im Verhältnis 20 ungefärbt : 12 gefärbt „aufspalten". Wie aus Tabelle 2 zu ersehen ist, stimmt das Versuchsresultat gut mit der Theorie überein.

Zur Stützung dieser Erklärungen wurden noch andere Selbstungen und Kreuzungen mit Rasse I und II hergestellt, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Auch diese Ergebnisse fügten sich den schon erhaltenen zwanglos ein.

3. Die Lichtkeimfarbe zu bestimmen war oft schwierig, da niemals das Anthozyan in den Lichtkeimen vollständig fehlte. Häufig war es mit bloßem Auge nicht festzustellen; bei Benutzung des Mikroskopes waren aber immer noch einige Zellen zu beobachten, deren Zellsaft deutlich wahrnehmbare Mengen des Farbstoffes enthielt. Es konnten aber zwei „natürliche" Gruppen festgestellt werden: 1. Die Keime sind nur schwach gefärbt, die grüne Farbe wiegt bei weitem vor; die während der Lichtkeimentwicklung aufgetretene Färbung verschwindet nach einiger Zeit bis auf wenige nur mikroskopisch wahrnehmbare Reste. 2. Die Färbung ist immer deutlich festzustellen; sie ist um vieles intensiver als bei der anderen Gruppe und verschwindet niemals.

Im folgenden werden diejenigen Pflanzen, die zu Gruppe 1 gehören als „ungefärbt", die zu 2 gehören als „gefärbt" bezeichnet. Rasse I besaß einen hellrot-violetten, II einen dunkelblau-violetten Lichtkeim. Sie würden also beide zu Gruppe 2 gehören. Die Resultate der Versuche sind in Tabelle 3 dargestellt.

Es geht aus den Zahlen hervor, daß die beiden Rassen genetisch verschieden sind. I spaltet monofaktoriell, II dagegen trifaktoriell auf. Geben wir ihnen die Formeln $a_1 a_1 B_1 b_1 c_1 c_1$ bzw.

Tabelle 3

	Gefunden gef. : ungef.	= gef. : ungef.	Berechnet gef. : ungef.	Erlaubter Fehler
I ⚥	112 : 30	= 3,15 : 0,85	3 : 1	± 0,153
II ⚥	300 : 6	= 62,78 : 1,22	63 : 1	± 0,472
I × II	299 : 18	= 15,09 : 0,91	15 : 1	± 0,223

Genotyp für Rasse I: $a_1\, a_1\, B_1\, b_1\, c_1\, c_1$
Genotyp für Rasse II: $A_1\, a_1\, B_1\, b_1\, C_1\, c_1$

$A_1\, a_1\, B_1\, b_1\, C_1\, c_1$, so erhalten wir für die Kreuzung 16 verschiedene Gameten-Kombinationen, die sich phänotypisch im Verhältnis 1 : 15 aufteilen, wenn wir annehmen, daß jeder der Faktoren dominiert und auch für sich allein die Anthozyanbildung im Lichtkeim hervorrufen kann.

4. Färbung der Knollenschale. Um die Vererbung der Knollenfarbe zu untersuchen, wurden Selbstungen und Kreuzungen von Rasse II und *Solanum edinense* angezogen. Beide Eltern besaßen eine weiße Knollenfarbe. Wie aus Tabelle 4 zu ersehen ist, traten bei den Selbstungsnachkommen des *S. edinense* Pflanzen mit rot gefärbten Knollenschalen auf. Dies läßt darauf schließen, daß *S. edinense*, das selbst weiße Knollen besitzt, für die Anthozyanbildung im Stengel einen Hemmungsfaktor trägt. Geben wir dem *S. edinense* die Formel G g Y y, wobei G als Bildungs-, Y als Hemmungsfaktor aufzufassen ist, so erklärt sich leicht die Aufspaltung in dem Verhältnis von 3 : 13. Die Selbstungsnachkommen von Rasse II brachten keine gefärbten Knollen. In der Kreuzungs-

Tabelle 4

	Gefunden gef. : ungef.	= gef. : ungef.	Berechnet gef. : ungef.	Erlaubter Fehler
II	0 : 342	= 0 : ∞	0 : ∞	± 0
Sol. ed.	13 : 40	= 3,92 : 12,08	3 : 13	± 0,884
Sol. ed. × II	21 : 40	= 2,75 : 5,25	3 : 5	± 0,381

Genotyp für Rasse II: G g h h y y
Genotyp für *Solanum edinense*: G g H H Y y

nachkommenschaft zeigte sich ungefähr das Verhältnis von 3 gefärbt : 5 ungefärbt. Die Zahlen sind nur zu erklären, wenn wir annehmen, daß Rasse II den Hemmungsfaktor für Knollenfärbung nicht besitzt und für diese die Erbformel G g y y einsetzen. Da aber bei Kreuzungen mit anderen Rassen festgestellt werden konnte, daß eine gefärbte Knollenschale nur entstehen kann, wenn außer

dem genannten Bildungsfaktor G noch ein zweiter H hinzukommt, so müssen die Formeln für die beiden Rassen auf G g H H Y y bzw. G g h h y y ergänzt werden. Kreuzungen anderer Sorten mit Rasse I und *Solanum edinense* bestätigten, daß den beiden Rassen die genannten Erbformeln zukommen müssen.

5. Die Fleischfarbe zu bestimmen war verhältnismäßig einfach. Ganz schwache Färbungen, bei denen man nicht wußte, ob die Pflanze in die Gruppe „gefärbt" oder „ungefärbt" gestellt werden sollte, waren so gut wie gar nicht zu finden. Für die Versuche, welche die Vererbung der Farbstoffbildungsfähigkeit im Fleisch klären sollten, wurden wieder Rasse I und II benutzt. I war ungefärbt, II gefärbt.

Die letztere Rasse zeigte bei ihren Selbstungsnachkommen (siehe Tabelle 5) eine Aufspaltung in gefärbt und ungefärbt, und zwar ungefärbt im Verhältnis 9 : 7. Wir haben es hier also mit einer bifaktoriellen Aufspaltung zu tun. Die Nachkommen von

Tabelle 5

	Gefunden gef. : ungef.		Gefunden gef. : ungef.	Berechnet gef. : ungef.	Erlaubter Fehler
I	0 : 220	=	0 : ∞	0 : ∞	± 0
II	123 : 99	=	8,87 : 7,13	9 : 7	± 0,522
I × II	0 : 263	=	0 : ∞	0 : ∞	± 0

Genotyp für Rasse II: C c I i z z (z = Hemmungsfaktor)

Rasse II waren sämtlich ungefärbt. Die Kreuzung beider Rassen brachte das Ergebnis, daß I auf jeden Fall homozygotisch einen Hemmungsfaktor (Z) für Anthozyanbildung im Fleisch besitzen muß; dies bestätigten auch Bastardierungen mit anderen Sorten, die anthozyanhaltiges Knollenfleisch besaßen. Kreuzte man Rasse II mit Rassen, deren Knollenfleisch gefärbt war, und die den einen Faktor für Fleischfärbung homozygotisch besaßen, so erwies sich, daß die vorher über die genetische Konstitution dieser Rasse mitgeteilte Annahme zu Recht besteht.

6. Koppelungen. Mit Hilfe dieser und anderer Kreuzungsversuche konnte erwiesen werden, daß einige der hier betrachteten Eigenschaften korreliert vererbt werden. So wurde festgestellt, daß niemals Blüten-, Stengel- und Fleischfarbe unabhängig von der Lichtkeimfärbung vererbt wurde. Daraus erklärt sich auch, daß unter unseren zahlreichen Kultursorten niemals solche gefunden werden können, die neben einem grünen Lichtkeim bunte Blüten,

Stengel, Knollen oder anthozyanhaltiges Fleisch besitzen. Nach allen bisher gewonnenen Ergebnissen liegt A mit A_1, B mit B_1 und C mit C_1 in denselben Chromosomen. Da bis jetzt keine Sprengung dieser Koppelungen beobachtet wurde, kann vielleicht angenommen werden, daß diese Gene miteinander identisch sind. Auf die beobachteten partiellen Koppelungen zwischen anderen Genen kann ich hier nicht eingehen.

Die hier nur fragmentarisch dargestellten Versuche machen keinen Anspruch darauf, als einwandfreies Beweismaterial für die ausgesprochenen Ansichten über die Genetik der Kartoffel zu gelten. In bezug auf die eingehende Begründung sei auf die ausführliche Arbeit verwiesen.

Überschauen wir die mitgeteilten Ergebnisse, so ergibt sich aber, daß die Kartoffel zu dem großen Heer der als mendelnd anerkannten Organismen gehört. Auch Kreuzungen zwischen Angehörigen der Spezies *Solanum tuberosum* und dem *Solanum edinense*, das nach den bisherigen Erfahrungen als Speziesbastard anzusehen ist, zeigten einen prinzipiell gleichen Erbgang. Weiterhin erweist sich nach vorstehenden Darlegungen die hier geschilderte Methode der Erbanalyse als ein Mittel, Vererbungsuntersuchungen auch bei stark heterozygotischen Pflanzen mit Erfolg durchzuführen. Diese Methode wird mit besonderem Vorteil bei solchen Gewächsen, wie z. B. Obstarten, angewendet werden können, bei denen sogar mehrere Jahre abgewartet werden müssen, bis die Pflanze zur Blütenbildung gelangt, und deshalb die Linienzucht auf Homozygotie sehr zeitraubend ist.

Nachrufe.

Alfred Koch[1]).

Von
August Rippel.
(Mit einem Bildnis.)

Mit dem Tode von Alfred Koch hat die angewandte Botanik einen schweren Verlust erlitten; sie hat in ihm einen Mann verloren, der lange Jahre auf seinem engeren Gebiet, der landwirtschaftlichen Bakteriologie, einer der Führer gewesen ist, der aber seine Wissenschaft nicht nur von dem engen Gesichtspunkt der rein praktischen Verwertung aus betrachtete, der vielmehr stets auch auf die Grundlagen zurückging und somit den theoretischen Ausbau seines Faches anstrebte, um auf diese Weise wieder die Praxis zu befruchten. Er hat so in vorbildlicher Weise Theorie und Praxis miteinander verknüpft und dem von ihm gegründeten und geleiteten Institut einen von der reinen Wissenschaft und der landwirtschaftlichen Praxis in der ganzen Welt geachteten Namen verschafft, wie die zahlreichen aus außerdeutschen und außereuropäischen Ländern herbeigeeilten Schüler zeigen.

Alfred Koch wurde am 8. November 1858 zu Erfurt als Sohn des Realschuldirektors Dr. Koch geboren und studierte von Herbst 1879 bis Winter 1883 hauptsächlich in Straßburg, zwischendurch zwei Semester in Berlin. Er promovierte 1884 bei de Bary mit einer Arbeit über „Verlauf und Endigungen der Siebröhren in den Blättern" (Botan. Ztg. 42, S. 401, 1884) und schloß sein Studium zunächst mit dem Staatsexamen für Naturwissenschaften 1885 ab. Nachdem er vorübergehend Assistent in Karlsruhe gewesen war, begann er April 1886 sein Probejahr in Straßburg, wurde aber im August desselben Jahres auf seinen Wunsch entlassen, um eine Assistentenstelle am pflanzenphysiologischen Institut in Göttingen unter Berthold anzunehmen, die er bis 1893 inne hatte. Dort habilitierte er sich 1888 für Botanik mit der bekannten Arbeit „Über

1) Mit Rücksicht darauf, daß sich das ausführliche Verzeichnis der von Koch und seinen Schülern veröffentlichten Arbeiten in dem von Gehring verfaßten Nachruf im Centralbl. f. Bakteriolog. Abt. II. 57, S. 305, 1922 findet, ist hier auf die Wiedergabe verzichtet.

Morphologie und Entwicklungsgeschichte einiger endosporer Bakterienformen“ (Botan. Ztg. 46, S. 277, 1888) und einer Vorlesung über Essiggärung. 1893 und 1894 stellte er im Auftrage der Rebendüngungskommission an der Obst-, Wein- und Gartenbauschule in Geisenheim Untersuchungen über die Rebenmüdigkeit des Bodens an und war dann — Januar 1895 bis Februar 1901 — Lehrer an der Obst- und Weinbauschule in Oppenheim; hier fand er auch seine Lebensgefährtin: am 4. Juli 1896 vermählte er sich mit MATHILDE AMENDT; der Ehe sind eine Tochter und ein Sohn entsprossen.

Im März 1901 folgte er einem Ruf als a. o. Professor der landwirtschaftlichen Bakteriologie nach Göttingen, wo er bis zu seinem Tode — am 22. Juni 1922 — geblieben ist; 1919 erfolgte seine Ernennung zum Ordinarius. Eine schleichende, schwere Krankheit quälte den Körper in den letzten Jahren; doch überwand sein bis zum letzten Augenblick reger Geist in bewundernswerter Weise alle Hemmungen, bis ihn endlich der Tod von seinem Leiden erlöste. In der Deutschen Botanischen Gesellschaft war er eines der älteren Mitglieder; er gehörte ihr seit 1888 an.

Wie so viele Botaniker stammte ALFRED KOCH aus der alten, erprobten Schule DE BARYs. Seine erwähnte Promotionsarbeit liegt noch sehr weit von dem späteren Arbeitsgebiet ab; doch erhielt er durch sein Arbeiten unter DE BARY, das sich auch auf die Mikroorganismen erstreckte, schon die spätere Richtung. So führte ihn die Göttinger Habilitation gleich in medias res; die schon erwähnte Abhandlung muß in vieler Hinsicht als grundlegend bezeichnet werden, indem in ihr zum ersten Male besonders eingehend der Entwicklungsgang und die Physiologie einer leicht auf abgekochten Mohrrüben aufzufindenden endosporen Bodenbakterienspezies beschrieben wird; es handelte sich vornehmlich um die neue Art *Bacillus Carotarum* Koch. Von nun an beschäftigte er sich fast ausschließlich mit Mikroorganismen. Auch seine Göttinger Vorlesungen und Praktika behandelten Gärungsorganismen und sonstige Bakterien, sowie Pflanzenkrankheiten.

Will man eine gewisse Gruppierung in seine Arbeiten hineinbringen, so kann man besonders zwei Gruppen unterscheiden: Es sind das einmal die technisch wichtigen Gärungserscheinungen, sodann die Bodenbakteriologie, also zwei der praktisch wichtigsten Zweige der Bakteriologie und Mykologie.

Wie intensiv er sich bereits in Göttingen mit den Gärungserscheinungen beschäftigte, zeigt der bekannte KOCHsche Jahresbericht über die Fortschritte in der Lehre von den Gärungs-

organismen, der die Jahre 1890 (erschienen 1891) bis 1911 (erschienen 1916) umfaßt. Leider verhinderten Krieg und Finanzlage eine Weiterführung dieses äußerst verdienstvollen Unternehmens (2 fertige Bände Manuskript liegen noch bei dem Verleger; die Titel der Arbeiten sind bis zum Tode gesammelt), das auch ein



gewisses, nicht zu geringes Maß von Selbstlosigkeit verlangt; sein Verdienst wurde denn auch allseitig anerkannt.

Experimentell beschäftigte er sich selbst schon während der Geisenheimer und Oppenheimer Zeit mit normalen und pathologischen mikrobiellen Vorgängen im Wein, besonders mit dem Säureabbau im Wein. Weiter zeigte er u. a., daß Hefe ihren eigenen Reservestoff — das Glykogen — nicht zu verarbeiten vermag, wenn es von außen geboten wird, da es offenbar nicht in

die Zelle zu diffundieren vermag. Eine zusammenfassende Übersicht über Gärung (Milch, Butter, Käse) gab er in dem „Handwörterbuch der Naturwissenschaften".

Zahlreicher als seine eigenen experimentellen Arbeiten auf diesem Gebiete sind die seiner Schüler, die zwar nur deren Namen tragen, bei denen wir aber seiner Initiative sehr vieles zuschreiben dürfen. Zu nennen sind die ausführliche Monographie von PRINGSHEIM über die Stickstoffernährung der Hefe, DOMBROWSKI (die Hefen in Milch und Milchprodukten), WÖLTJE (Unterscheidung einiger *Penicillium*-Arten nach physiologischen Merkmalen), NAUMANN (die Lebenstätigkeit von Sproßpilzen in mineralischen Nährlösungen).

Das Gebiet der Gärungserscheinungen führte KOCH zur besonderen Beachtung der Enzyme. Wenn er zwar auch nicht selbst produktiv auf diesem Gebiet tätig gewesen ist, so hat er sie doch eingehend in seinen Vorlesungen behandelt und ließ auch das 3. Semester des auf drei Semester verteilten Praktikums lediglich über Enzyme arbeiten. Für wie wesentlich er gerade deren Studium hielt, geht daraus zur Genüge hervor.

Die zweite große Gruppe der KOCHschen Arbeiten behandelt die Bodenbakteriologie. Der erwähnte Auftrag in Geisenheim führte u. a. zu der Feststellung, daß geringe Mengen eines rebenmüden Bodens normalen Boden müde machen können, und weiterhin später zu Versuchen über den Einfluß von Schwefelkohlenstoff usw. auf höhere und niedere Pflanzen. Auch die für die Forstwirtschaft bedeutsam gewordenen Arbeiten über den Einfluß des Laub- und Nadelwaldes und von Fichtenharz und Tannin auf höhere und niedere Pflanzen mit der Feststellung der Giftwirkung der Koniferenstoffwechselprodukte mögen hier genannt werden.

Zusammen mit KRÖBER arbeitete er über den Einfluß der Bodenbakterien auf das Löslichwerden der Phosphorsäure; gerade der Phosphorsäureumsatz interessierte ihn erheblich, wie seine letzte, noch nach seinem Tode erschienene Arbeit zusammen mit Frl. OELSNER (über Phosphorsäureabspaltung aus Nukleoproteiden durch Bodenbakterien) und die noch unveröffentlichte Arbeit von SCHNÜCKE über den Phosphorstoffwechsel von *Aspergillus niger* zeigen. Von Wichtigkeit ist ferner die Arbeit seiner Schülerin ECKELMANN, worin gezeigt wird, daß die Sporen gewisser Erdbakterien erst durch eine an 7 aufeinander folgenden Tagen stattfindende fraktionierte Dampftopfsterilisation im Erdboden abgetötet werden. Vergleichende Untersuchungen über die Bakterienzahl im

Ackerboden stellte ENGBERDING an, HESSELINK VAN SUCHTELEN maß die Lebenstätigkeit der Bakterien im Boden durch die Kohlensäureproduktion, ROTHERT prüfte den Einfluß der Aussaatstärke auf die Bakterienzählungen mittels Plattenkulturen, MILLER den Einfluß des Kalkes auf die Bodenbakterien.

Sein Interesse wandte er auch der wichtigen Erscheinung zu, daß sich die Bakterien in künstlichen Nährlösungen anders verhalten als im natürlichen Boden; gemeinsam mit PETIT untersuchte er den verschiedenen Verlauf der Denitrifikation im Boden und in Flüssigkeiten, mit HOFFMANN die Verschiedenheit der Temperaturansprüche thermophiler Bakterien im Boden und in künstlichen Nährsubstraten.

Sein eigentliches Arbeitsgebiet wurde aber der Kreislauf des Stickstoffs im Boden. Hier beschäftigte ihn die Nitratbildung und die Nitratzerstörung; über diese Fragen arbeiteten eine ganze Anzahl seiner Schüler: HUTCHINSON über Kristallbildung in Kulturen denitrifizierender Bakterien, BAZAREWSKI über Nitrifikation und Denitrifikation, COLEMAN über Nitrifikation, FRED und V. CARON über nitratreduzierende Bakterien, VOGEL V. FALKENSTEIN über Nitratbildung im Waldboden, GEHRING über Physiologie und Verbreitung denitrifizierender Thiosulfatbakterien, Frl. OELSNER über Nitratreduktion im nassen Ackerboden ohne Zusatz von Energiematerial, TRAAEN über den Einfluß der Feuchtigkeit auf den Stickstoffumsatz im Boden.

Bei dem Stickstoffumsatz im Boden fesselte ihn aber vornehmlich die Stickstoffbindung. Zusammenfassend behandelte er dies Thema in LAFARs Handbuch der technischen Mykologie und im Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Was seine experimentellen Arbeiten auf diesem Gebiete betrifft, so ging er von dem richtigen Gedanken aus, daß man die N-Bindung zunächst bei Zusatz leicht assimilierbarer Kohlenstoffverbindungen untersuchen müsse. So wies er zuerst, nachdem schon sein erster Doktorand, WARMBOLD, sich eingehend mit der Biologie der N-bindenden Bakterien beschäftigt hatte, eine beträchtliche N-Bindung im Boden bei Zusatz von Zucker nach und zeigte, daß auch die höheren Pflanzen von dieser N-Bindung Nutzen ziehen können und eine Reihe von Jahren mit einer Erntesteigerung darauf reagieren, nachdem die anfängliche Erntedepression, die durch die vorübergehende Festlegung des löslichen Bodenstickstoffs unter solchen Umständen eintritt, überwunden ist. Auch mit dem noch nicht endgültig gelösten Problem der Verwertbarkeit von Zellulose, genauer deren Zersetzungsprodukten, für die Stickstoffbindung und

Verwertung des gebundenen Stickstoffs durch die höheren Pflanzen beschäftigte er sich.

Einige Zeit lang suchte man in landwirtschaftlichen Kreisen die oft bemerkbare günstige Wirkung der Brache auf die Tätigkeit der frei lebenden N-bindenden Bakterien zurückzuführen. Diese Frage suchte KOCH durch einen groß angelegten Feldversuch zu entscheiden. Es wurden zu diesem Zweck auf dem etwa 16 Morgen großen Versuchsfelde des Institutes vergleichende Fruchtfolgeversuche eingerichtet (Brache-, Klee- und Stalldüngerfruchtfolge); es liegt in der Natur solcher Versuche, daß die Ergebnisse sich erst nach einer langen Reihe von Jahren einstellen können; und die erstmalige Einrichtung solcher Versuche erfordert von dem betreffenden Versuchsansteller ein großes Maß von Selbstlosigkeit, da er weiß, daß die Ergebnisse erst einer späteren Generation vorliegen können und seine Arbeitskraft dadurch in hohem Maße in Anspruch genommen wird, ohne daß er selbst die Früchte dieser Arbeit ernten kann. Über die ersten Jahre hat KOCH bereits selbst berichtet und die günstige Wirkung der Brache in der infolge der intensiven Bodenbearbeitung mit ihrer Verbesserung der physikalischen Bodeneigenschaften erhöhten Bindung des Luftstickstoffs durch die freilebenden Bakterien gesehen. Doch hat er diese Ansicht mit Vorsicht geäußert und darauf hingewiesen, daß erst eine lange Reihe von Jahren eine Entscheidung bringen könne; auch machte er noch auf andere Möglichkeiten aufmerksam, womit er sich andersartigen Anschauungen nähert.

Neben diesen Arbeiten, die sich auf diese beiden erwähnten Gruppen beziehen, liefen noch andere mehr allgemeinen Inhaltes. Von seinen Schülern arbeitete FRED über die Beschleunigung der Lebenstätigkeit höherer und niederer Pflanzen durch niedere Giftmengen, Frl. V. PLOTHO über den Einfluß kolloidaler Metallösungen auf niedere Organismen, Frl. BÖTTCHER über die Giftwirkung der Nitrate auf niedere Organismen, Frl. TEICHMANN über den Formenreichtum der *Monilia variabilis* Lindner und seine Ursachen, KOCH selbst zusammen mit Frl. OELSNER über Betainspaltung durch Bakterien. Daneben schenkte er auch den höheren Pflanzen seine Aufmerksamkeit, wie aus einigen erwähnten Arbeiten schon hervorgeht. Hingewiesen werden mag noch auf seine Feststellung des günstigen Einflusses eines Zusatzes von Ton zu Sand, die dringend weiteren Ausbau erfordert.

Die Beschäftigung mit Mikroorganismen brachte KOCH weiter auch mit Pflanzenkrankheiten in Berührung, über die er ja auch während seiner Göttinger Privatdozentenzeit las. Er veröffent-

lichte über die Bekämpfung des Haferflugbrandes; seine Schülerin KYROPOULOS arbeitete über das Umfallen der Keimpflanzen.

Wie man sieht, ein reiches Arbeitsgebiet, das mit großer Gründlichkeit durchforscht wurde. Es darf auch seine technische Geschicklichkeit, die gerade in der Bakteriologie oft von hohem Wert ist, nicht ganz unerwähnt bleiben; sie führte ihn zu manchen Verbesserungen und Konstruktionen, von denen nur sein bildumdrehendes Okular und ein für besonders genaue Messungen konstruiertes Okularmikrometer genannt seien.

Alle diese seine Erfahrungen hat nun KOCH in dem nach seinem Tode erschienenen, von seinem Sohne RICHARD herausgegebenen „Mikrobiologischen Praktikum“ (Berlin, Springer, 1922) zusammengefaßt, in dem der zu bearbeitende Stoff auf ein dreisemestriges Praktikum, wie es in Göttingen gehandhabt wird, verteilt ist, und das gerade durch die Eigenart seiner Darstellung, bei der insbesondere auch die Interessen der Chemiker berücksichtigt sind, für sich selber spricht.

Das Bild, das wir uns so von KOCHs wissenschaftlicher Tätigkeit machen können, wäre aber nicht vollständig, wenn nicht noch zwei Umstände erwähnt würden: Einmal die Einrichtung des Göttinger landwirtschaftlich-bakteriologischen Institutes, sodann der Ausbau seines Faches im Rahmen der Universität.

Als KOCH nach Göttingen berufen wurde, hatte man diese Stellung geschaffen in Hinsicht auf die neuen Entdeckungen vornehmlich auf dem Gebiete der Bodenbakteriologie und insbesondere der Stickstoffbindung Ein Institut war nicht vorhanden. Die Arbeitsräume waren zunächst provisorisch in einer gemieteten Etage eines Privathauses am Kreuzbergweg (6 pt) untergebracht. Die Einrichtung des neu zu errichtenden Institutes (Goßlerstr. 16) war die erste Aufgabe KOCHs, der er sich mit vieler Liebe, Geschick und Sorgfalt unterzog. So ist das Institut in seiner jetzigen Gestalt entstanden, an Räumlichkeiten zwar nicht sehr groß, aber sehr zweckmäßig eingerichtet, u. a. mit einem Brutzimmer nach dem Vorbilde des PFEFFERschen Institutes in Leipzig, einem Raum für gänzliche Desinfektion usw. Dazu wurde eine große Vegetationsanlage geschaffen und endlich das schon erwähnte Versuchsfeld mit dem ganzen notwendigen Ernte- und Bebauungsinstrumentarium, eine mühevolle Arbeit, die manches Zurücktreten anderer Interessen verlangte.

Die Verdienste KOCHs wurden denn auch von der Universität in vollem Maße gewürdigt. Sein Fach wurde als selbständige Disziplin anerkannt, so daß Göttingen die einzige deutsche

Universität ist, an der landwirtschaftliche Bakteriologie als selbständiges Haupt- und Nebenfach bei der Promotion gilt. Es fanden sich denn auch mehr und mehr Praktikanten und Doktoranden von anderen Disziplinen ein; besonders viele Chemiker wählten dieses Fach als Nebenfach im Doktor-Examen, was KOCH eine besondere Genugtuung gewährte; in dem Vorwort zu seinem mikrobiologischen Praktikum weist er denn auch gerade auf die Bedeutung der Bakteriologie für die Chemie hin und erwähnt, daß EMIL FISCHER sich mit großem Nutzen für seine späteren Arbeiten während der Studienzeit auch mit bakteriologischen Arbeiten beschäftigte.

Dem Bild, das wir uns von KOCH als Forscher und Lehrer zu machen haben, reiht sich das des Menschen würdig an. Zwar war er kein Charakter, der sich sogleich anderen erschloß; sein Wesen war vielmehr — wie er auch in seinem wissenschaftlichen Urteil sehr vorsichtig war — eine gewisse Zurückhaltung. Es mag sein, daß dies, wie man es oft beobachten kann, mit seiner tiefen, nicht bloß äußerlichen, Liebe zur Natur zusammenhing. Gerne wanderte er allein hinaus, und der hübsche, mit ausgewählten Sträuchern und Blumen geschmückte Ziergarten seines Institutes legt Zeugnis davon ab, wie er sich für die Natur und insbesondere auch für die Pflanzenwelt stets innige Liebe bewahrt hat.

Aber alle, die ihm einmal nahegestanden haben, rühmen seine aufrichtige Freundschaft und Geselligkeit in vertrautem Kreise; alle Schüler haben stets die regste Förderung für ihr Arbeiten und ihr weiteres Wohlergehen bei ihm gefunden, so daß sie alle gerne die Stätte ihres früheren Wirkens wieder aufsuchen, wenn der Weg sie vorbeiführt. Sein Tod hat auch menschlich eine empfindliche Lücke gerissen.

Alfred Möller.

Von
E. JAHN.

ALFRED MÖLLER wurde zu Berlin am 12. VIII. 1860 geboren. Er erhielt von Tertia an seine Schulbildung auf dem Kaiserin-Augusta-Gymnasium in Charlottenburg, nachdem sein Vater mit dem Neubau und der Leitung der dortigen Kgl. Porzellan-Manufaktur beauftragt war. Ostern 1879 erhielt er das Zeugnis der Reife und machte dann die vorgeschriebene Lehrzeit bei einem Oberförster in Genthin durch. Vom Herbst 1879 bis zum Herbst 1880 genügte er seiner Dienstpflicht beim 2. Garde-Regiment in Berlin.

Auf der Akademie in Eberswalde, die er nun zum Studium der Forstwissenschaften besuchte, wurde er vor allem durch die Vorlesungen BREFELDs gefesselt. Die wichtigen Ergebnisse, die mit Hilfe verbesserter Kulturmethoden gewonnen waren, die Klarheit und Einfachheit eines neuen Systems der Pilze, mit dem BREFELD damals gerade hervorgetreten war, neue Beobachtungen über die Entwicklung der Askomyceten und Ustilagineen, von denen er in den Vorlesungen sprach, alles mußte auf den empfänglichen Geist des jungen Studierenden einen tiefen Eindruck machen und in ihm den Wunsch erwecken, selbst an diesen Arbeiten teilzunehmen. Der feststehende Lehrplan und die notwendige Beschäftigung mit sehr verschiedenartigen Fächern ließen freilich für langwierige botanische Untersuchungen keine Zeit. Bald nachdem MÖLLER die Referendarprüfung bestanden hatte (1883), verließ sein Lehrer die Akademie, um die Professur für Botanik in Münster i. W. zu übernehmen. Er selbst würde während der jetzt folgenden praktischen Ausbildungszeit wohl kaum die Muße zu eigenen wissenschaftlichen Arbeiten gefunden haben. Verwaltungsgeschäfte und die vorgeschriebenen Wanderungen führten ihn in die wichtigsten Teile der Waldgebiete Preußens, in den Reichswald bei Cleve, das Wesergebirge und die Wälder Ostpreußens. Erst nach bestandenem Assessorexamen (Frühjahr 1886) entschloß sich MÖLLER, in BREFELDs Laboratorium sich ausschließlich botanischen Arbeiten zu widmen. So entstand vorwiegend im Sommer 1886 seine Dissertation, auf Grund deren er im Jahre darauf die philosophische Doktorwürde erwarb.

In den nächsten Jahren folgten neben militärischen Übungen besonders Reisen in seiner Eigenschaft als Feldjäger[1]). Sie führten ihn nach Wien, nach Konstantinopel und vor allem längere Zeit nach Rom. Aus dieser Zeit, in der er sich mit der italienischen Sprache völlig vertraut machte, stammt die italienisch geschriebene Abhandlung in der „Malpighia" (4) über die Arbeiten BREFELDs.

In seiner Dissertation hatte er sich die Aufgabe gestellt, die Flechtenpilze nach BREFELDscher Methode in einer Nährlösung ohne Algen zu ziehen (1). Zwar hatte früher schon STAHL eine Flechte künstlich aus dem isoliert gezogenen Pilz und der Alge zusammengesetzt und BONNIER denselben Versuch kurz zuvor für mehrere gewöhnliche Flechten in sterilen Kulturen durchgeführt, es fehlten aber noch Beobachtungen darüber, wie lange der Pilz es ohne die Algen in einer sterilen Kultur aushält. MÖLLER konnte zeigen, daß von den Krustenflechten *Lecanora subfusca* einen Thallus mit Mark- und Rindenschicht anlegt, und daß einzelne Arten von *Calicium* sogar Spermogonien bilden. Im Anschluß an die Dissertation veröffentlichte er im folgenden Jahre (2) eine kleine Mitteilung über die Spermatien der Askomyceten, die in der Folgezeit während des Streites über die Sexualität der höheren Pilze oft angeführt worden ist. Denn er gab an, daß er auch die Spermatien von *Collema* in Nährlösungen zu vegetativer Entwicklung gebracht habe. Allerdings keimen sie erst nach einem Monat und erzeugen erst im 4. Monat eine verzweigte Hyphe.

Die verheißenen weiteren Mitteilungen über die Kultur der Flechtenpilze sind nie erschienen. In den nächsten Jahren nahm ein Plan, den er schon mit BREFELD erörtert hatte, immer festere Gestalt an: die neuen Kulturmethoden auf die reiche tropische Pilzflora, die damals fast unerforscht war, anzuwenden. FRITZ MÜLLER in Blumenau in Südbrasilien war ein Vetter von MÖLLERs Vater und hatte auf die erste Anfrage ermunternd geantwortet. Die Mittel für einen mehrjährigen Aufenthalt konnte er sich verschaffen, die Berliner Akademie gab erst 3000 M. und später 2000 M. Er wurde auf drei Jahre aus dem Staatsdienst beurlaubt und traf am 24. IX. 1890 in Blumenau ein. „Ich blieb bis zum August 1893 (36, S. 138), fast volle drei Jahre, in Blumenau; mein Laboratorium war am Stadtplatz im Hause der Frau ANNA BROCKES, FRITZ MÜLLERs ältester Tochter, eingerichtet. FRITZ

1) So hießen bis zur Revolution die Kuriere für den diplomatischen Dienst. Sie wurden seit Friedrich dem Großen den Anwärtern für die höhere Forstlaufbahn entnommen und blieben bis zu ihrer Anstellung als Oberförster zur Verfügung des Auswärtigen Amtes.

MÜLLER besuchte mich mehrmals in jeder Woche und verfolgte alle Arbeiten mit lebhafter Teilnahme. Er führte mich in den Wald und wies mich zurecht in der Fülle nie geschauter Formen der umgebenden Pflanzenwelt, die den Neuling fast erdrückend umgibt, und erleichterte mir schon dadurch den Anfang der Arbeit auf meinem Sondergebiet in außerordentlichem Maße."

Die Berichte über seine Entdeckungen veröffentlichte er schon von Brasilien aus. Die erste Abhandlung (6) betraf die pilzzüchtenden Ameisen. Er bestätigte die Vermutung BELTs, daß die blattschneidenden Arten die Blattstücke deshalb zusammenschleppen, um einen Pilz darauf zu ziehen. Sie halten die Kultur sorgfältig rein und nähren sich von „kohlrabiartigen" Anschwellungen der Hyphen. In der Reinkultur konnte er zweierlei Konidien an diesem Pilz nachweisen, deren eine der Gattung *Aspergillus* sehr ähnlich war, Fruchtkörper erhielt er trotz aller Bemühungen nicht. Beobachtungen im Freien zeigten aber mit Sicherheit, daß es sich um eine Agaricine handelt.

In einer zweiten Mitteilung beschäftigte er sich mit den Hymenolichenen und knüpfte dadurch wieder an seine Dissertation an. Er fand alle von JOHOW beschriebenen Formen in Blumenau auf. Der Pilz, eine Thelephoree, ließ sich in Nährlösungen allerdings nicht ziehen. Die Sporen keimten zwar, kamen aber über den Keimschlauch nicht hinaus. Dagegen fand er den Pilz ohne Algen oft im Freien und konnte ihn durch Übertragung der *Chroococcus*gonidien in die Flechte *Cora* verwandeln. Hoch in den Baumkronen und auf den Bergen kam derselbe Pilz mit *Scytonema*-gonidien als *Dictyonema* vor. Er konnte nachweisen, daß die dritte von JOHOW beschriebene Gattung *Laudatea* nur eine Wuchsform von *Dictyonema* war (7).

Nach seiner Rückkehr ließ er den Bericht über die Phalloideen unter dem Namen „Brasilianische Pilzblumen" erscheinen (9, 12). Neben wichtigen entwicklungsgeschichtlichen und systematischen Angaben enthält er die Beschreibung einer Anzahl merkwürdiger neuer Arten, unter den Clathreen die sonderbare *Blumenavia*, unter den Phalleen *Itajahya*, einen Phallus mit perückenartigem Behang der Gleba.

Wohl den wichtigsten Beitrag zur theoretischen Mykologie enthielt die kurz darauf (10) erschienene Abhandlung über Protobasidiomyceten. Sie führte einen überraschenden Reichtum der reizvollsten Formen vor, unter denen namentlich die Auricularien wegen der Übergangsformen zu den Uredineen wichtig waren. Bei der neuen Gattung *Jola* bläht sich die Hyphe an der Spitze

auf und läßt aus dieser Zelle die quergeteilten Basidien heraussprossen, genau so, wie aus der Teleutospore der Uredineen das Promyzel entsteht. In den Sirobasidieen, deren Hauptgattung kurz vorher schon von anderer Seite beschrieben war, lehrte er eine Übergangsreihe von den Auricularien zu den Tremellineen kennen, die Kenntnis der Tremellineen selbst bereicherte er durch viele neue Formen. Unter diesen war namentlich *Protomerulius* merkwürdig, in der Ausbildung des Hymeniums ein vollständiges Gegenstück zu *Merulius* unter den höheren Basidiomyceten.

MÖLLER hat später seinen Dank für die reichen Anregungen, die er FRITZ MÜLLER verdankt, in der Weise abgestattet, daß er eine wahrhaft würdige Ausgabe seiner vielfach zerstreuten Abhandlungen und seiner Briefe (33, 38) veranstaltet und ihnen eine Lebensbeschreibung (36) des merkwürdigen Mannes hinzugefügt hat.

Sein Urlaub war für die Bearbeitung der wissenschaftlichen Ausbeute zwar bis zum Jahre 1895 verlängert worden, die Zeit genügte aber nicht zur Bewältigung aller Gruppen. In diesem Jahre übernahm er die Verwaltung einer Oberförsterei im Taunus, im nächsten Jahre die der Oberförsterei Eberswalde, mit der ein Lehrauftrag an der Akademie verbunden war. Im Jahre 1899 wurde er zum Professor an der Akademie ernannt und ihm die Leitung eines neu eingerichteten mykologischen Laboratoriums übertragen.

Erst im Jahre 1901 konnte er den letzten Band der „Untersuchungen aus Brasilien“ herausgeben, umfangreicher und noch reicher ausgestattet als die früheren. Er behandelte die Phykomyceten und die Askomyceten, Gruppen, deren tropische Formen schon teilweise bekannt waren. Immerhin konnte er noch eine Anzahl interessanter Gattungen, namentlich der Hypocreaceen, beschreiben, darunter den schönen *Ascopolyporus*, dessen Stroma vollständig die Form eines *Polyporus* hat (15).

Das „mykologische Laboratorium bei der Hauptstation des forstlichen Versuchswesens“ war zunächst in kleinen Zimmern untergebracht. Allmählich wurde es erweitert und 1908 in neue, nach MÖLLERs Angaben zweckmäßig eingerichtete Räume verlegt. Er war inzwischen 1906 Direktor der Akademie in Eberswalde geworden.

Er betrachtete es nun vor allem als seine Aufgabe, sich der mykologischen Probleme des Waldbaus anzunehmen. Als erste Frucht dieser Bemühungen legte er 1902 und 1903 die wichtigen Untersuchungen über junge Kiefern im märkischen Sandboden vor, wichtig vor allem wegen der Beiträge zur Mykorrhizafrage (16). Man hatte sich in Deutschland bis dahin vor allem mit den auf-

fallenden Pilzsymbiosen saprophytischer Orchideen oder Ericaceen befaßt und daraus den Eindruck gewonnen, daß die Mykorrhizen mit der saprophytischen Lebensweise zusammenhingen. FRANK hatte diesen Satz auch auf alle Sträucher und Bäume ausgedehnt, die eine Mykorrhiza haben, und behauptet, daß gleichzeitig mit dem Humusgehalt des Bodens auch die Pilzsymbiose zunehme, daß sie also in reinem Sandboden fehle. MÖLLER zeigte nun schlagend, daß genau das Gegenteil richtig war. Seine Beweisführung war die, daß er die Kiefern aus Samen in je einer der vier Schichten heranzog, aus denen der Sandboden eines gewöhnlichen Kiefernwaldes besteht: in dem Rohhumus aus unzersetzten Nadeln und Zweigen, der oben liegt, in dem schon zersetzten schwarzen Humus, in dem darunter liegenden ausgewaschenen gebleichten „Bleisand" und in dem gelben unveränderten Sand, der zu unterst liegt. Die Kiefern wuchsen im Rohhumus weitaus am besten und immer schlechter, je tiefer die Schicht war, am kümmerlichsten also im gelben Sande. Im Rohhumus hatten sie überhaupt keine Mykorrhizen, im gelben Sande waren die Wurzeln dicht mit den Gabeln bedeckt, die den Pilzsymbionten enthalten. Da die Analysen zeigten, daß der Rohhumus einen nicht geringen Stickstoffgehalt hatte, während der gelbe Sand zwar Mineralsalze, aber keine Nitrate enthielt, so lag die Vermutung nahe, daß die Mykorrhiza mit der Stickstoffgewinnung zusammenhinge. Die Versuche, die MÖLLER daraufhin anstellte (19), brachten dafür keinerlei Beweise. Der Sinn der Mykorrhiza bei Waldbäumen blieb also nach wie vor dunkel.

Für ihn war die Frage besonders reizvoll, den Pilz oder besser die Pilze aus der Mykorrhiza zu kultivieren und ihre Zugehörigkeit zu ermitteln. Denn er hatte während der Beobachtung erkannt, daß es sich nicht um eine einzige Art, sondern wahrscheinlich um mehrere handele, und daß neben der längst bekannten ektotrophen Mykorrhiza der Gabeln häufig auch eine endotrophe vorkomme, die bisher übersehen worden war. Leider hatten diese Versuche keinen Erfolg; sie lieferten ihm nur Mucorineen, die, wie er bald einsah, unmöglich die Pilze der Mykorrhiza sein konnten; aber die so gewonnenen Arten waren entweder sehr selten oder neu. Er hatte damit zuerst die Aufmerksamkeit auf die eigentümliche Rolle gelenkt, die gewisse Mucorineen als Bodenbewohner spielen. Eine der gewöhnlichsten Arten, *Zygorhynchus Moelleri*, trägt seinen Namen. Später haben namentlich HAGEM und LENDNER gezeigt, daß auch die andere seiner neuen Arten, *Mucor Ramannianus*, im Boden weit verbreitet ist.

Natürlich wandte er auch den parasitischen Pilzen der Wald-

bäume seine Aufmerksamkeit zu. Mit dem Kiefernwurzelschwamm *(Polyporus annosus)* hatte er schon, wie er später (13) berichtet hat, in Münster Versuche gemacht. Es war ihm nicht gelungen, mit Hilfe der Sporen den Pilz auf einen gesunden Baum zu übertragen. Er wies damals darauf hin, wie wenig bekannt und wie wichtig für die Beurteilung eines Parasiten die Infektionsbedingungen seien. Über Beobachtungen des *Polyporus sistotremoides* liegen nur kurze Angaben (24) vor; dagegen hat er in drei (20, 28, 32) ausführlichen Abhandlungen über die erfolgreiche Bekämpfung des *Trametes pini* berichtet. Als er in Eberswalde Fruchtkörper des Hausschwamms im Freien gefunden hatte, beschäftigte er sich mit der Sporenkeimung (17) und der Reinzucht (18) des Myzels dieses Pilzes, dessen Vorkommen im Freien früher bezweifelt worden war, und gab im Anschluß an diese Untersuchungen die „Hausschwammforschungen" heraus. In den sieben erschienenen, sehr reich ausgestatteten Heften sind aber nur wenige Mitteilungen (23, 31) von ihm selbst verfaßt.

Bei den Beobachtungen über das Wachstum junger Kiefern im Sande hatte er die merkwürdige Entdeckung gemacht, daß sie im Rohhumus, also in einem rein organischen Substrat, am besten gedeihen. Diese Feststellung, infolge deren die alte von LIEBIG bekämpfte Humustheorie wieder aufzuleben schien, hat ihn jahrelang zu immer neuen Versuchen (21, 25) veranlaßt. Glücklicherweise besitzen wir aus dem Jahre 1921 (37) einen sehr lesenswerten zusammenfassenden Bericht über seine Erfahrungen, die für die Ernährungsphysiologie der Waldbäume von Bedeutung sind. Es hat sich gezeigt, daß die Bevorzugung des reinen Rohhumus durch die Kiefer nur für die ersten Lebensjahre gilt; in späterer Zeit gedeihen sie besser in einem Boden, der aus Sand und Humus innig gemischt ist. Von den übrigen Nadelhölzern zeigt die Fichte eine noch länger anhaltende Vorliebe für den Rohhumus als die Kiefer, unter den Laubhölzern gibt es einzelne, wie die Hainbuche, die ihn überhaupt nicht vertragen, andere, die den Nadelhölzern ähnlich sind. Die Erklärung für diese günstige Wirkung des Rohhumus liegt offenbar teilweise darin, daß in ihm eine Nitratbildung stattfindet. Denn MÖLLER konnte zeigen, daß Nitratzusatz zu einem humusfreien Sandboden auch das Wachstum fördert (34). Die Untersuchungen bilden also eine wichtige Ergänzung zu den Arbeiten HESSELMANNs über Nitratbildung im Waldboden.

Mit diesen Arbeiten war er in Gebiete gekommen, die der Botanik ferner liegen. Indessen verdient doch diejenige forst-

wissenschaftliche Frage, die ihn in den letzten Jahren am meisten bewegt hat, auch eine gewisse botanische Teilnahme, das ist die Frage des Dauerwaldes (39). Er erzählt, er habe in seiner Vorlesung über Waldbau geschildert, wie schädlich namentlich im Kiefernwald der Kahlschlag sei, der den Boden bloßlege und die Humusdecke der Austrocknung und Zerstörung preisgebe (35). Danach habe einer der Zuhörer ihm mitgeteilt, daß bei seinem Oheim seit Jahren eine Kiefernwirtschaft ohne Kahlschlag im Gange sei, die eine stetige Steigerung des Ertrags geliefert habe. Ein Besuch bei diesem Gutsbesitzer, Herrn VON KALITSCH auf Bärenthoren, habe ihm gezeigt, wie durch vorsichtige Durchforstung, Unterbau in älteren Beständen, Schonung der Streu, Verteilung des Reisigs auf dem Boden und Vermeidung jeden Kahlschlags allmählich aus einer kümmerlichen Forst auf flechtenbedecktem Sandboden ein stattlicher Wald von Kiefern, zum Teil von Buchen, geworden sei, dessen Boden jetzt *Hypnum*arten und Gräser bedeckten. Mit Begeisterung griff MÖLLER diesen Gedanken auf, einen Wald zu erzielen, den Dauerwald, der keine kahlen Flächen kennt, möglichst auch keine einheitlichen Altersklassen, vielleicht auch keinen einheitlichen Bestand derselben Baumart, sondern der in wirtschaftlicher, in botanischer, auch in ästhetischer Hinsicht einen viel natürlicheren Eindruck macht, als der jetzige künstliche Wald. Betriebsvorschriften waren in der Ausarbeitung, Probeflächen in verschiedenen Gegenden Preußens angelegt, Beobachtungen nach neuen Gesichtspunkten im Gange, da rief ihn der Tod ab. Nach einer an sich ungefährlichen Bruchoperation setzte die Darm- und Herztätigkeit aus.

In den botanischen Urteilen über MÖLLERs mykologische Arbeiten tritt bisweilen die Verwunderung hervor, daß er sich gerade für diejenigen Anschauungen seines Lehrers am meisten ins Zeug gelegt hat, die, wie die „große asexuelle Reihe“ und das „vergleichend morphologische“ System der Pilze, starken Widerspruch fanden und bald widerlegt wurden. Um ihn zu verstehen, muß man bedenken, daß er in den entscheidenden Jahren seines Lebens nicht Gelegenheit zu eigenen wissenschaftlichen Arbeiten hatte und seine Dissertation erst verhältnismäßig spät auf einem engen Gebiet und unter einseitiger Führung anfertigen konnte. Bei seiner Natur, die zur Bewunderung neigte, stand er ganz unter diesem Einfluß. Denn die Voraussetzung aller Begeisterung ist nun einmal die Unterdrückung der Kritik. Wir finden bei ihm Anschauungen und Persönlichkeiten als bedeutend und genial gekennzeichnet, von denen ein kühler Beurteiler eine ganz andere

Auffassung hat. Aber dieser enthusiastische Zug seines Wesens war es gerade, der seiner Persönlichkeit einen großen Reiz verlieh. Er war ein vortrefflicher akademischer Lehrer und ein begabter Schriftsteller. Die Begeisterung, die aus seinen Augen leuchtete, riß beim Vortrag seine Zuhörer mit sich fort, die Klarheit, mit der er in seinen Aufsätzen die großen Gedanken voranstellte, macht die meisten seiner Abhandlungen zu Mustern einer fesselnden und doch wissenschaftlichen Darstellung.

Das hier folgende Verzeichnis seiner Abhandlungen enthält nur die Titel der botanischen oder forstbotanischen Arbeiten. Die Mitteilungen rein forstlichen Inhalts sind in dem Nachruf angeführt, den Prof. Dr. MAX WOLFF in der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen (1923), Bd. 55, S. 24, veröffentlicht hat. Für den Nachweis von Daten über sein Leben und seine Schriften bin ich Frau Oberforstmeister MÖLLER in Eberswalde, für die Beschaffung mehrerer in Münden nicht vorhandener Abhandlungen Prof. BITTER in Göttingen zu großem Dank verpflichtet.

1. 1887. Die Kultur flechtenbildender Askomyceten ohne Algen. In.-Diss. Münster i. W.
2. 1888. Über die sogenannten Spermatien der Askomyceten. Bot. Ztg., Bd. 46.
3. 1889. Neue Aufklärungen über den Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum* Bref.). BORGGREVEs Forstl. Blätter, III. Folge, Bd. 13.
4. 1890. La micologia moderna ed i lavori del Prof. O. BREFELD. Malpighia, Bd. III.
5. 1891. Aus dem südamerikanischen Urwald. BORGGREVEs Forstl. Blätter, Bd. 15.
6. 1893. Die Pilzgärten einiger südamerikanischer Ameisen. Botan Mitteilungen aus d. Tropen, herausg. v. A. F. W. SCHIMPER. VI. Heft. Jena.
7. 1893. Über eine Thelephoree, welche die Hymenolichenen *Cora*, *Dictyonema* und *Laudatea* bildet. Flora, Bd. 77.
8. 1894. Aus Santa Catharina, Brasilien. Naturwissensch. Wochenschr. IX.
9. 1895. Brasilianische Pilzblumen. Botan. Mitt. a. d. Tropen. VII. Jena, G. FISCHER.
10. 1895. Protobasidiomyceten. Untersuchungen aus Brasilien. Ebenda. VIII.
11. 1896. Über eine mykologische Exkursion nach Blumenau in Brasilien. Ber. SENCKENBERG. Naturf. Ges., Frankfurt a. M.
12. 1896. 32 Originalphotographien südbrasilischer Phalloideen, aufgenommen zu Blumenau (S. Catharina) 1890—93. Mit gedruckten Erläuterungen. Eberswalde.
13. 1897. Über die Bedeutung unserer Pilzforschung für die Forstwirtschaft und den forstlichen Unterricht. Z. f. Forst- u. Jagdw., Bd. 29.
14. 1897. Über einige besonders auffallende Pilze Brasiliens. Bot. Centralbl. 72.
15. 1901. Phykomyceten und Askomyceten. Untersuchungen aus Brasilien. Botan. Mitt. a. d. Tropen. IX. Jena.

16. 1902/03. Untersuchungen über die Wurzelbildung ein- und zweijähriger Kiefern im märkischen Sandboden. Z. f. F. u. J., Bd. 34, 35.

17. 1903. Über gelungene Kulturversuche des Hausschwamms *(Merulius lacrymans)* aus seinen Sporen. Hedwigia, Bd. 42.

18. 1903. Über den Hausschwamm. Z. f. F. u. J., Bd. 35.

19. 1903/05. Die wahre Ursache der angeblich durch elektrische Ausgleichungen hervorgerufenen Gipfeldürre der Fichten. Z. f. F. u. J., Bd. 35, 36, 37.

20. 1904. Über die Notwendigkeit und Möglichkeit wirksamer Bekämpfung des Kiefernbaumschwammes *Trametes pini* Fries. Ebenda, Bd. 36.

21. 1904. Karenzerscheinungen bei der Kiefer. Ebenda, Bd. 36.

22. 1906. Mykorrhiza und Stickstoffernährung. Ber. D. Bot. Ges., Bd. 24.

23. 1907. Hausschwammforschungen. Bd. I. Jena, G. FISCHER.

24. 1907. Mitteilungen über Stockfäule der Kiefer. Bericht über die Winterversammlung des Märkischen Forstvereins am 11. II. 1907 zu Berlin.

25. 1908. Die Nutzbarmachung des Rohhumus bei Kiefernkulturen. Z. f. F. u. J., Bd. 40.

26. 1908. Der moderne Waldbau und seine naturwissenschaftlichen Grundlagen. Ber. SENCKENBERG. Naturf. Ges., Frankfurt a. M.

27. 1909. Über die Bedeutung der Pilze für das Leben des Waldes. Grundriß zur Vorlesung an der Forstakademie Eberswalde. Als Manuskript gedruckt. Berlin, J. SPRINGER.

28. 1910. Der Kampf gegen den Kiefernbaumschwamm. Z. f. F. u. J., Bd. 42.

29. 1912. Waldbau. II. Teil. Grundriß zur Vorlesung an der Forstakademie. W. JANCKE, Eberswalde. Als Manuskript gedruckt. (Teil I ist nicht gedruckt.)

30. 1912. Ein neues Vegetationshaus und seine praktische Erprobung. Z. f. F. u. J., Bd. 44.

31. 1913. Hausschwammforschungen VII. Merkblatt zur Hausschwammfrage. Jena.

32. 1914. Der Kampf gegen den Kiefern- und Fichtenbaumschwamm II. Z. f. F. u. J., Bd. 46.

33. 1915. FRITZ MÜLLER, Werke, Briefe und Leben. Bd. I: Gesammelte Schriften. 2 Bände Text und 1 Atlas. Jena, G. FISCHER.

34. 1916. (Mit R. ALBERT.) Über Stickstoffdüngung junger Holzpflanzen. Z. f. F. u. J., Bd. 48.

35. 1920. Kiefern-Dauerwaldwirtschaft. Z. f. F. u. J., Bd. 52.

36. 1920. FRITZ MÜLLER, Werke, Briefe und Leben. Bd. III: MÜLLERs Leben.

37. 1921. Humusstudien (gemeinsam mit HAUSENDORF). Z. f. F. u. J., Bd. 53.

38. 1921. FRITZ MÜLLER, W., Br. u. L. Bd. II: Briefe und noch nicht veröffentlichte Abhandlungen aus dem Nachlaß. Jena, G. FISCHER.

39. 1922. Der Dauerwaldgedanke, sein Sinn und seine Bedeutung. Berlin, J. SPRINGER.

Franz Wilhelm Neger.

Von
O. DRUDE.

Als im April 1923 die Dresdener Mitglieder unserer Gesellschaft mit frohem Mute an die Vorbereitungen zur Aufnahme der Generalversammlung im August herantraten, da ahnte niemand unter ihnen, daß ein Nachruf auf NEGER anstatt Vortrag und Diskussionen in seiner lebhaften Redegewandtheit hier die Sitzungen eröffnen sollte. Allen unerwartet, traurig überraschend kam sein Tod in der Sonntagsfrühe des 6. Mai, der ihn im Begriff, mit seiner Gemahlin nach dem geliebten Tharandt zu fahren, jäh dahinraffte und sein unermüdlich schaffensfreudiges Leben schon im Alter von 54 Jahren abschloß.

NEGERs Studiengang hätte schwerlich zu dem Glauben geleitet, daß er sein Leben in der Amtswohnung eines botanischen Gartendirektors beschließen würde. Auf hauptsächlich chemischem Studium aufgebaut, lenkten sich seine Neigungen erst in reiferen Jahren auf den ganzen Umfang der Botanik, und zahlreiche Stellen seiner noch als letztes Buch im Jahre 1922 erschienenen botanischen Rohstofflehre zeigen die höchst glückliche Verknüpfung eines umfangreichen chemischen Wissens mit technisch-botanischem und auf Pflanzenanatomie begründetem Forschersinn.

Geboren zu Nürnberg am 2. VI. 1868 als Sohn eines Chemikers und nach in seiner Vaterstadt verlebter Gymnasialzeit bezog er im Jahre 1887 die Universität München, promovierte dort am 22. VII. 1892 mit einer Dissertation über Hydracetcarbonsäure und fand, lebhaft empfohlen durch BEYER und GROTH, rasch Anstellung als Lehrer der Naturwissenschaften an der damaligen landwirtschaftlichen Centralschule zu Weihenstephan; aber er blieb in dieser Stellung nur bis Ende 1893.

Im Dezember dieses Jahres nämlich ging NEGER als wissenschaftlicher Begleiter des Chefs der 4. chilenischen Grenzkommission, E. FRICK, in die Cordillere von Villarica und verblieb in dieser Tätigkeit bis zu seiner Abreise von Concepcion am 16. VI. 1897. Hier entfaltete sich infolge der starken Anregungen der Natur zuerst eine reiche schriftstellerische Produktion (23 meist kleine Abhandlungen vom Jahre 1895—1902) in chilenischen und deutschbotanischen Zeitschriften sehr verschiedener Art, pflanzen-

geographische Skizzen und kritische Sichtungen, unter den monographischen Behandlungen besonders solche der Mykologie. Dieser letzteren waren denn auch seine nächsten Studien gewidmet, die er nach Rückkehr in die Heimat als Kustos am Herbar in München zu eigenen Veröffentlichungen machte, verbunden mit Vorträgen und weiteren Ausarbeitungen über sein aus Chile mitgebrachtes Material, wie z. B. ein Vortrag im Alpenverein zu Freising am 21. XII. 1897 ihn in weiteren floristischen Kreisen bekannt machte. Aber aus der speziellen Beschäftigung mit den Erysipheen erwuchs seine erste Mitteilung über die Gattung *Phyllactinia* in den Berichten unserer Gesellschaft (1899), sowie seine stattlichen „Beiträge zur Biologie der Erysipheen“ in der Flora 1901—1902, 90 Seiten mit 2 Tafeln und 27 Textfiguren. Von dieser Abhandlung war der zweite Teil als Habilitationsschrift bei der philosophischen Fakultät München eingereicht, behandelte die Keimung der Conidien und mit diesen vom Juli bis Oktober angestellte Infektionsversuche mit dem Resultat, daß den Erysipheen nicht in der bisher angenommenen Ausdehnung die Fähigkeit zukomme, mittels der Conidien von einer Wirtpflanze auf eine andere verschiedener Art oder Gattung überzugehen: das der Abhandlung zugrunde liegende Problem. Aber damit sollte noch nicht etwa die Berechtigung hingestellt werden, in jedem dieser einen bestimmten Wirt befallenden Mehltaupilze eine besondere Art oder auch nur eine *forma specialis* im Sinne von ERIKSSON zu sehen; im Gegenteil leitete NEGER theoretisch die Annahme ab, daß den Ascosporen und Conidien einer Art keine physiologische Gleichwertigkeit zuzuerkennen sei, daß ersteren die Rolle einer weiteren Verbreitung auf verschiedenen Arten und Gattungen als Wirtspflanzen, letzteren dagegen die intensive Besiedlung eines und desselben Wirtes bis zur Erschöpfung des eigenen Kreislaufs zukomme. So zog NEGER bereits damals diese Fragen mit den Uredineen in Parallele. —

Diese Infektionsversuche hatte NEGER mit Prof. GÖBELs besonderer Unterstützung in den Gewächshäusern anstellen können, und GÖBEL war es auch, dem er die meiste Anregung zu seinen später folgenden Arbeiten verdankte, und dem er zeitlebens die höchste Verehrung zollte. Aber auch RADLKOFERs Einfluß war nicht zu unterschätzen, und er versäumte nie, dessen erstaunlicher Arbeitsfreude alljährlich am Geburtstage in der Dresdener Gruppe unserer Gesellschaft rühmend zu gedenken, wie er überhaupt seinen Münchener Professoren innig zugetan blieb.

Aber schon ein Jahr später vertauschte er die Universitätsstadt mit der Professur für Forstbotanik an der damals erweiterten

Akademie zu Eisenach (1902) und verheiratete sich mit einer jungen Schwedin September 1903. Dies häusliche Glück dauerte aber kaum ein Jahr, und als Witwer kam NEGER dann, zum 1. IV. 1905 an die Forstakademie Tharandt als Nachfolger NOBBEs berufen, nach Sachsen. Hier hat er sich dann im Jahre 1908 mit Frl. MARIANNE ZEISSIG wiederverheiratet, wurde 1909 Vater einer lieben Tochter und bezog ein auf dem Gelände des botanischen Forstgartens mit schönem Blick in die bewaldeten Berge idyllisch gelegenes, von ihm auf eigene Kosten erbautes Haus, dessen Verkauf ihm später, als er die Dresdener Professur angetreten hatte, viel Kummer und Verdruß bereitet hat.

Diese erste Zeit hat NEGER später in Dresden als die glücklichste seines Lebens gerühmt, wo er sich allen seinen Ideen für Arbeit und zusammenfassende größere Bücher eifrig und mit unermüdlicher Tätigkeit hingab, bei Neuerungen im botanischen Forstgarten schaffen und Studien vorbereiten konnte, Gelegenheit zu größeren Ausflügen hatte und, seiner Lust nach Schauen und Forschen in fremden Ländern zu genügen, auch zu längeren Reisen: 1907 nach dem südlichen Spanien, 1909 nach Dalmatien mit Unterstützung der bayerischen Akademie, Ostern 1911 mit Studenten der Forstakademie nach Corsica, mehrmals zu längerem Ferienaufenthalt nach Schweden, wo ihn vielerlei Beziehungen und besonders eine innige Freundschaft mit P. DUSÉN fesselten.

In dieser Zeit trat der Verfasser dieses Nachrufs seinem verstorbenen Kollegen in regem wissenschaftlichen Austausch und bei Gelegenheit der Versammlungen unserer Ortsgruppe, welche teils im botanischen Garten oder im Hochschulinstitut zu Dresden, teils in Tharandt stattfanden, nahe, ebenso in den Sektionsabenden der „Isis" und bei den Sitzungen des Kuratoriums für gärtnerisch-landwirtschaftliche Versuchstätigkeit, und uns verband trotz ungleichen Alters eine offenherzige Freundschaft, welche auch den Grundton dieses nach unseren Gesellschaftsbestimmungen nur kurzen Nachrufs bilden soll. Alles seit 1905 Berichtete ist gemeinsam durchlebt worden. Also auch die Vorläufer der zahlreichen Publikationen 1905—1919, von denen Fragmente oft in unseren Sitzungen zum Vortrag und zu experimentellen wie mikroskopischen Belegen gelangten, wenn es auch NEGERs Sitte war, mit dem Erscheinen eines abgeschlossenen Buches uns alle zu überraschen. Pilzstudien und experimentelle Physiologie mit ökologischer Tendenz bildeten dabei die hauptsächlich von NEGER vertretenen Vortragsgegenstände, denen kleine und größere Abhandlungen folgten.

Unter den mykologischen Arbeiten sind zunächst die experimentellen Untersuchungen über Rußtaupilze zu nennen, die nach vier Vorläufern (1895/96, 1907 und 1914) dann in einer 72 Seiten langen Abhandlung in „Flora“ (1917) mit guten Ergebnissen abschlossen: es ist unrichtig, die Rußtauüberzüge als etwas Einheitliches aufzufassen; es handelt sich fast stets um ein Gemenge zahlreicher Pilzarten, die nebeneinander wachsend eine scheinbar einheitliche Pilzdecke bilden. Diese Pilze werden genannt, auf ihre Mannigfaltigkeit der Eindruck einer früher beschriebenen wechselnden Form im Rußtau zurückgeführt.

Die hübschen Arbeiten über Ambrosiapilze, zu deren speziellem Studium hinsichtlich der Galle auf *Coronilla Emerus*, nämlich *Macrophoma Coronillae*, NEGER die oben erwähnte Reise nach Dalmatien machte, sind von ihm in den Berichten unserer Gesellschaft 1908—1911 selbst veröffentlicht und machen daher eine weitere Inhaltsangabe unnötig.

An diese monographischen Arbeiten aber schließt sich inhaltlich am nächsten das 1919 erschienene Buch „Die Krankheiten unserer Waldbäume und wichtigsten Gartengehölze“, dessen 234 im Text eingestreute Abbildungen von Fig. 40 auf S. 103 an den Pilzkrankheiten, ihrer Entwicklung und Diagnose gewidmet sind, so daß dieses schön ausgestattete Werk nach den Kapiteln über die nichtparasitären Krankheiten geradezu als ein mykologisches Lehrbuch für die deutsche Dendrologie zu bezeichnen ist. Es war auch bereits zu Anfang des Jahres 1923 von einer neuen Auflage und von Übersetzungen die Rede, die den Tod des Verfassers überdauern werden.

Aus der zweiten oben genannten Hauptrichtung seiner Arbeiten steht weit voran die 1913 erschienene Biologie auf experimenteller Grundlage (Bionomie), eine auf breiter Literatur angelegte und durch Sach- und Namenregister handbuchmäßig ausgestaltete, mit 315 Textabbildungen meist morphologischer Art geschmückte, wertvolle Arbeit. Die zur Einleitung erhobene Theorie der Anpassung hebt das Wesen der finalen und kausalen Betrachtungsweise bei der Erklärung der Anpassungserscheinungen heraus, und wie ein roter Faden zieht sich der Wunsch durch, die induktiv-physiologisch-experimentelle Forschung auch für ökologische Fragestellungen zur Ermittlung der kausalen wie finalen Beziehungen als maßgebend hinzustellen. Diese „Ökologie auf experimenteller Grundlage“ nennt NEGER Bionomie. Sie erhält in seiner Darstellung ihren eigensten Charakter weniger in den Anpassungen an die Lebensfaktoren Wärme, Licht, Wasser, Sub-

strat, als in den unter „sozialen Anpassungen“ zusammengefaßten Kapiteln über Lianen, Epiphyten, Mutualismus von der Flechtensymbiose und den Mykorrhizen, den Myrmekophilen, Gallenbewohnern bis zu den Parasiten und antagonistischen Schutzmitteln, wo immer die Frage entsteht: Was ist der Sinn dieser Einrichtung, und wie ist sie zustande gekommen? Fragestellungen dieser Art hatte NEGER hauptsächlich von ERNST STAHL in zahlreichen Abhandlungen gestellt und gelöst gefunden und verehrte diesen ehrwürdigen Forscher als einen solchen, „bei dem alles auf Ökologie eingestellt war“. Da er dazu auch als „Anpassungen zur Erhaltung der Art“ die Ökologie der Fortpflanzung mit den Mitteln zur Durchführung der Allogamie in Schauapparaten, Kesselfallen, Düften, Saftmalen usw. rechnet, wo Abhandlungen wie die von GÖBEL über die kleistogamen Blüten und die Anpassungstheorien den Weg des Experiments gewiesen haben, bis er mit dem Reizempfindungsvermögen im 9. Kapitel schließt, so erhellt aus diesen kurzen Bemerkungen das zweckmäßige seiner Absicht, zumal unter Berücksichtigung der durchaus anders gearteten, auf floristisch-geographische Grundlagen eingestellten ökologischen Literatur riesigen Umfanges, seine ganz anders geartete Richtung mit dem Sondernamen Bionomie zu bezeichnen und in ihr ein eigenes, schwer zu erreichendes Ziel zu erblicken: die Zweckmäßigkeit zugleich mit den ursächlichen Faktoren derselben zu ergründen.

Seine eigenen experimentellen Untersuchungen lagen in dieser Zeit außer in forsttechnischen Fragen hauptsächlich auf dem Gebiet der Blattdurchlüftung, wovon die Abhandlungen in unseren Berichten 1912 und in der STAHL-Festschrift 1918 Zeugnis ablegen; außerdem betrieb er in den letzten beiden Tharandter Jahren eifrig die Anatomie der von seinem Freunde DUSÉN in den brasilianischen Campos gesammelten und durch LINDMAN (1900) in die Literatur der Hartholzrhizome tropischer Vegetationsformen eingeführten „Xylopodien“, abgeschlossen in der erst 1921 gedruckten gemeinsamen Abhandlung, deren 20 Textabbildungen neben einer Habitusbilder-Tafel diese Holzknollen von höchst anziehendem, außen harten und innen weichen Bau trefflich erläutern. —

Mit der Übersiedelung nach Dresden als Direktor des botanischen Instituts der Hochschule und des botanischen Gartens im Oktober 1920 erreichte diese an Erfolgen reichste Periode im Leben NEGERs ihr Ende. Nichts hatte nähergelegen, als ihm die Nachfolgerschaft auf dem hiesigen Lehrstuhl anzutragen, und die Mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung der Hochschule nahm ihn

freudig in ihrem Schoße auf, wie sie seinen unerwartet frühen Tod tief betrauert. Viel innere Reibungen gab es allerdings bei den Auseinandersetzungen im botanischen Garten zu überwinden, der erst damals aus dem Wirtschaftsministerium losgelöst und, um das vordem dem Gartendirektor mit unterstellt gewesene Versuchswesen für Gartenbau verkleinert, viel von seiner früheren gerühmten Reichhaltigkeit der Arbeitsmittel verloren hatte; dazu kamen noch Einschränkungen in der Dienstwohnung, die NEGER zwar erst selbst gewünscht hatte, dann aber doch als Quelle kleinlicher Streitigkeiten unangenehm empfinden mußte; hatte er doch in Tharandt sein Haus allein bewohnt! Im Institut der Hochschule war durch Überführung der großen Glasschränke mit der Frucht- und Samensammlung, den Hölzern, Rohstoffen usw. aus dem Saale des botanischen Gartens trotz R. SCHWEDEs wohl ausgedachtem Aufstellungsplan der ohnedies sehr beengte Raum noch knapper geworden, und alles verwies auf die Zukunft, wo durch Neubauten, die der Krieg verzögert hatte, der genügende Raum für die einstweilen nur ungenügend im Herbarsaal mit untergebrachten Arbeitsplätze des botanischen Praktikums gewonnen werden würde.

Trotz dieser Beengtheit, die NEGER ja auch von Tharandt her in noch höherem Maße gewohnt geworden war, stürzte er sich mit der alten Arbeitsfreudigkeit sowohl auf die vielerlei Institutspflichten, als auf die Erweiterung seiner Vorlesungen und zugleich auf eigene Arbeiten, die nach der experimentellen Richtung hin wiederum der Durchlüftung gewidmet waren und nun dem schon in Tharandt begonnenen Studium der Lentizellen galten. Zwei Beiträge in unseren Berichten (1920 und 1922) sind daraus hervorgegangen; viel mehr war noch geplant, aber sie sollten die letzten sein.

Es hätte nahegelegen, daß NEGER seine in der „Bionomie" 1913 ausgedrückten, oben kurz angedeuteten Ziele nun weiter in ABDERHALDENs groß angelegter exakter Methodenforschung verfolgt hätte, und es war mein eigenes eifriges Streben, für den Abschnitt Ökologie eine solche Teilung DRUDE-NEGER nach pflanzengeographischer und bionomischer Richtung herbeizuführen. Aber NEGER, der erst zugesagt hatte, trat dann doch von seiner Zusage zurück und konnte auch keinen Ersatzmann bezeichnen, da ihn merkwürdigerweise die in anderen Instituten meist geübte experimentelle Methode, als nur das kausale Verhältnis verfolgend, nicht befriedigte.

Wie aber NEGER immer bestrebt war, im Belange seiner botanischen Vorlesungen Bücher auch zum Nutzen der Studenten-

schaft herauszugeben, wie er z. B. die Nadelhölzer in der Sammlung GÖSCHEN erscheinen ließ, einen Führer durch den botanischen Forstgarten herausgegeben hatte, so veröffentlichte er nun als Professor einer Technischen Hochschule in ENKEs Bibliothek für Chemie und Technik im Jahre 1922 einen „Grundriß der botanischen Rohstofflehre", in welchem er auch in der Anordnung der Rohstoffe sein reiches chemisches Wissen aus früherer Zeit geschickt verwerten konnte, ebenso seine in Tharandt geübte Anatomie der technischen Hölzer. —

Es lag eine gewisse Unrast im Leben und Streben unseres FRANZ NEGER, nur in dem guten Sinne, forschen zu wollen, Arbeiten vom Bedarf gefordert erscheinen zu lassen, aus der lebendigen Natur neue Eindrücke zu holen und diese als Anregung zu neuen Problemen weiter zu verfolgen. Darunter vernachlässigte er vielleicht mehr, als man dachte, die Rücksicht auf den Frohsinn im häuslichen Leben in der Hut einer jungen Frau, die ihn liebte, und auf seine eigene Gesundheit. Und dabei war er voll liebenswürdiger Frische, beliebt in der Studentenschaft, die ihm so gern wie im Laboratorium so auf Exkursionen folgte. Die Hochschule hat allen Grund, zu beklagen, daß es seiner hingebenden Tätigkeit nicht mehr beschieden sein sollte, die lange erhoffte und durch die Kriegsnot immer wieder hinausgeschobene Neuorganisation des botanischen Laboratoriums zu vollführen, mit der seine Berufung verbunden sein sollte. Und unsere Gesellschaft, der er von Anbeginn seiner wissenschaftlichen deutschen produktiven Tätigkeit angehörte und 23 Jahre lang seine Beiträge als seinem liebsten botanischen Organ zugewiesen hat, wird ihm ein ehrenvolles Andenken bewahren.

Schriftenverzeichnis

(in sachlich geordneter und zusammengezogener Form).

A. Selbständige Bücher.

1 Biologie der Pflanzen auf experimenteller Grundlage (Bionomie). Stuttgart, FERD. ENKE. 1913. XXIX und 775 S. mit 315 Textabbildungen. (KARL VON GOEBEL in dankbarer Verehrung zugeeignet.)

2 Die Nadelhölzer (Koniferen) und übrigen Gymnospermen. Sammlung GÖSCHEN Nr. 355, 2. Ausgabe 1919; 151 S. mit 81 Abb. und 4 Karten.

3. Die Krankheiten unserer Waldbäume und wichtigsten Gartengehölze. Ein kurzgefaßtes Lehrbuch für Forstleute und Studierende der Forstwissenschaft. Stuttgart, FERD. ENKE. 1919. VIII und 286 S. mit 234 Textabbild. (Oberforstmeister H. KRUTZSCH in Auerbach zugeeignet.)

4. Grundriß der botanischen Rohstofflehre. Ein kurzgefaßtes Lehr- und Nachschlagebuch für Techniker, Fabrikingenieure, Kaufleute und Studierende der Technischen und Handelshochschulen. (Kap. 11 unter Mitwirkung von Prof. Dr. SCHWEDE, Dresden.) Stuttgart, FERD. ENKE. 1922. XVI und 304 S. mit 130 Textabbildungen.

B. Abhandlungen in Zeit- und Gesellschaftsschriften.

a) Chilenische Periode.

5 Mykologische Arbeiten: 1895. Las Uredineas en Chile; 1896. Uredineas y Ustilajineas nuevas chilenas. Anal. Univ. Santiago, Bd. 90, 325, und Bd. 93, 771. — 1899. Uredineae et Ustilagineae fuegianae a P. DUSÉN collectae. Öfvers. af Kgl. vetensk akad. Förhandl. Nr. 7, 745 — Wiss. Ergebn. d. schwed. Exped. Magell.-L., Bd. III

6 Floristische Arbeiten: 1897. Introduccion à la flora de los alrededores de Concepcion. — 1899. Informe sobre las observaciones botánicas efectuadas en la cordillera de Villarica en el verano de 1896—1897. Anal. Univ. Santiago, Bd. 98, 209—251, und Bd. 103, 903-967.

1895. Über den Charakter des südchilenischen Urwaldes und 1897: Die Araukanienwälder in Chile und Argentinien. Forstl.-naturw. Zeitschr. 1895, S. 425—429, und 1897, S. 416—426.

7. In ENGLERs Bot. Jahrb. Syst. 1896—1901: Zur Biologie der Holzgewächse im südlichen Chile, Bd 23, S. 369—381. Die Vegetationsverh. im nördl. Araukanien, Bd. 23, S 382-411. — Literatur-Übersicht üb. Flora v. Chile u. Patagonien 1895—1899. Bd. 27, Lit. S. 17. — Pflanzengeographisches aus den südlichen Anden u. Patagonien, Bd. 28, S. 231 258.

8. Im Botan. Centralblatt 1899—1902: Vorkommen von *Arnica alpina* in den südamerik. Anden, Bd. 77, Nr 1. — Kritische Bemerkungen zu *Nierembergia, Petunia, Patagua*, Bd. 84, Nr. 49 — Revision der chilen. *Hieracia*. Beihefte Bd. 11, S. 552—558

Einige kleinere Notizen und Ergänzungen siehe bei C. REICHE in Veg. d. Erde, Bd. VIII (Chile); Bibliographie, S 36—37, Nr. 269, 270, 275, 280, 285, 289, 291.

b) Spätere mykologische Arbeiten.

9. In den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft:
1899. Gen.-Vers. Beitrag z. Kenntn. d. Gatt. *Phyllactinia*, S. (235), Taf. 23.
1901. Heft 8. *Eriosphaeria salisburgensis* Neger.
1907. Heft 7. Eine Krankheit der Birkenkätzchen.
1908—1911. Ambrosiapilze I (Heft 11), II (1909, Heft 7), III (1910, Heft 9), IV (1911, Heft 2).

10 1901—1902. Beiträge zur Biologie der Erysipheen I, Flora, Bd. 88, Heft 3 Taf. 16, 17; Teil II, Flora, Bd. 90, Heft 2 Mit 27 Textfiguren.

11. 1913. Zweigtuberkulose der italien. Cypresse (*Ceratostoma juniperinum*). Mykolog. Centralbl., Bd. 2, S 129—135. Mit 6 Abbildungen.

12. 1915. Der Eichenmehltau. Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch., Bd. 13, S. 1.

13. 1917. Experimentelle Untersuchungen über Rußtaupilze. Flora, N. F., Bd. 10, Heft 1-2, S. 67—139. Mit 31 Abbildungen.

Dazu folgende Vorläufer im Centralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenk:
1895. *Antennaria scoriadea,* Abt. II, Bd. 1.
1896. Eine neue Fruchtform eines *Fumago*-ähnl. Pilzes. Abt. II, Bd 2.
1907. Mykolog. Beobacht. aus Südamerika u. Spanien. Abt. II, Bd. 20.
Und im Mykolog. Centralblatt:
1914. Über Hypocreaceen mit *urocystis*ähnlicher Nebenfruchtform.

c) Experimentelle Physiologie und ökologische Anatomie.

14 In den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft:
1912. Über Spaltöffnungsschluß u. künstliche Turgorsteigerung. Heft 4.
1920. Beiträge zur Kenntnis des Baues u. der Wirkungsweise der Lentizellen I. Heft 3. (Unter Mitwirkung von Kupka.)
1922. Beiträge, Teil II. Heft 9.

15. Andere Beiträge über Assimilation und Durchlüftung:
1915. Die Stärkeökonomie der grünen Pflanze. Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch., Bd 13, 370.
1918. Die Wegsamkeit der Laubblätter für Gase. Flora, Stahl-Festschrift. S. 152—161.

16 1921 Über Xylopodien. Von P. Dusén, Kantorp, u. F. W. Neger Dresden. Botan. Centralbl., Beihefte, Bd. 38, Abt II, S. 258 317. Mit Taf. 1, 20 Abbildungen im Text.

d) Technisches zur angewandten Botanik. Forstbotanik.

17. 1912. Eine abgekürzte Jodprobe. Ber. d. D. Bot. Ges, Heft 2.
1916. Über die Ursachen der für akute Rauchschäden charakteristischen Fleckenbildung bei Laubblättern. Ebenda 1916, Heft 6.
1914. Neger und Lakon, Studien über den Einfluß von Abgasen auf die Lebensfunktionen der Bäume. Mitt d. Tharandter Versuchsanstalt 1914, Bd. I.
1915 Rauchwirkung, Spätfrost und Frosttrocknis und ihre Diagnostik. Tharandter forstl. Jahrb. 1915.
1918. Die Bedeutung des Habitusbildes für die Diagnostik von Pflanzenkrankheiten. Zentralbl. f. Bakt. u. Paras. 1918, II Abt, S. 171.
1919 Merkmal für Rauchschäden bei Laubhölzern. Angewandte Botanik, I, S. 129.

18. 1915. Die Standortsbedingungen der Omorikafichte. Naturw. Zeitschr. f Forst- u. Landwirtsch., Bd 13, S. 76.

Gustav Lindau.

Von

TH. LOESENER.

(Mit Bildnistafel.)

Am 10. Oktober 1923 ist GUSTAV LINDAU seinem langjährigen Leiden erlegen. Ein arbeitsreiches Leben von hohem wissenschaftlichem Streben, regem Forschergeist und rastloser, vielseitiger Tätigkeit, die besonders auf dem Gebiete der Kryptogamenkunde ihre Erfolge erzielt und wichtige Werke der Wissenschaft geschenkt hat, ist damit zu seinem Abschluß gelangt.

GUSTAV LINDAU wurde am 2. Mai 1866 zu Dessau in Anhalt als der Sohn des Zigarrenfabrikanten GUSTAV LINDAU geboren. Seine Schulbildung erhielt er auf dem Gymnasium seiner Vaterstadt, das er Ostern 1885 mit dem Zeugnis der Reife verließ, um Mathematik und Naturwissenschaften zu studieren. Zunächst begab er sich für ein Semester nach Heidelberg, wo er u. a. Vorlesungen bei PFITZER über Botanik hörte. Seine übrige Studienzeit brachte er an der Universität Berlin zu, wo er außer Astronomie, Chemie, Mathematik, Physik, Philosophie und Zoologie besonders auch Botanik betrieb und schießlich ganz den beschreibenden Naturwissenschaften, im besonderen unserer scientia amabilis, sich zuwandte. Hier waren seine botanischen Lehrer ASCHERSON, KNY, MAGNUS und SCHWENDENER, und es war hauptsächlich die Persönlichkeit des letzteren, die auf den ernsthaft vorwärts strebenden jungen Studenten einen entscheidenden Einfluß gewann.

Eine der Hauptfragen, um die sich die wissenschaftliche Diskussion drehte, bot damals immer noch die Struktur des Flechtenthallus, und SCHWENDENERs schon seit über einem Jahrzehnt bekannte geistvolle Theorie von der symbiontischen Natur dieser Organismen hatte auch LINDAUs aufrichtige Bewunderung erweckt. So war es ganz natürlich, daß diese auch in mancher anderen Hinsicht noch rätselhaften Naturgebilde auf ihn einen besonderen Reiz ausübten und er sich entschloß, die Flechten zum Gegenstand eingehender Untersuchungen zu machen. Brennend war z. B. die Frage nach der Sexualität der Flechten. Und so suchte er denn nach Abschluß seiner Studienzeit in seiner ersten wichtigeren Arbeit, in seiner Dissertation, die sich betitelt „Über die Anlage und Entwicklung einiger Flechtenapothecien" (Inaug.-

Dissertat. Berlin, 1888) einen Beitrag zu ihrer Klärung zu erbringen. Auf Grund dieser im SCHWENDENERschen Institut hergestellten Arbeit wurde er am 17. November 1888 zum Doktor promoviert.

Um nun aber auch in die speziellere Systematik des großen Reiches der Blütenpflanzen, besonders diejenige hauptsächlich tropischer Pflanzenfamilien einen Einblick zu gewinnen, nahm LINDAU, wie auch andere junge Botaniker, das Anerbieten des damaligen Kustos am Bot. Garten Dr. URBAN an, sich von ihm in einem unentgeltlichen „privatissimum“ in die systematisch-morphologische Methodik der Präparation und Bestimmung der Phanerogamen einführen zu lassen, und übernahm dafür zugleich die Bestimmung einiger Zenturien der großen und bekannten GLAZIOUschen Sammlung brasilianischer Pflanzen für das preußische Staatsherbar. Weiter entschloß er sich auf URBANs Anraten zu einer durchgreifenden Neubearbeitung der tropisch-amerikanischen Polygonaceen-Gattung *Coccoloba*, einer wegen der ihren Blütenbau kennzeichnenden „ermüdenden Einförmigkeit“ schwierigen Gruppe, von der in den bedeutenderen Sammlungen der meisten Kulturländer viel ungesichtetes, der Bestimmung harrendes Material sich aufgehäuft hatte. Das Ergebnis war seine 1891 in ENGLERs botan. Jahrbüchern erschienene „Monographia generis *Coccoloba*“, in der er eine neue Einteilung lieferte und auch eine größere Anzahl von Arten als neu beschreiben konnte.

Durch seine Dissertation als tüchtiger Mikroskopiker bekannt geworden, war LINDAU noch vor Erscheinen seiner *Coccoloba*-Monographie im Frühjahr 1890 nach Münster i. Westf. übergesiedelt, wo ihn BREFELD, damals Direktor des dortigen botanischen Gartens und Universitätsinstitutes, als Assistenten angenommen hatte. Als BREFELDs Mitarbeiter beteiligte er sich nunmehr auch an dessen mykologischen Untersuchungen und an der Herausgabe des von ihm auf breiter Grundlage angelegten Werkes „Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie“, von dem das neunte, die Hemiasci und Ascomyceten behandelnde Heft in einigen Abschnitten, nämlich denen über *Ascoidea* und *Endomyces* auf LINDAUs Untersuchungen sich gründet.

Inzwischen war ADOLF ENGLER an die Spitze des Botanischen Gartens und Museums in Berlin getreten, und es begann nun eine Epoche großer Unternehmungen, wie sie selten ein wissenschaftliches Institut gesehen, mit Aufgaben, die auch jetzt noch nicht ganz zu ihrem Ziele gelangt sind. Die von ENGLER zur Durchführung seiner Pläne benötigte und planmäßig betriebene Vermehrung der Zahl seiner Beamten ermöglichte es nun auch

unserm Freunde, sehr bald wieder nach Berlin zurückzukehren. Schon im Frühjahr 1892 trat er als Assistent an den Botanischen Garten nach Berlin über, wo er nun bis zu seinem Tode verblieb und eine arbeitsreiche Tätigkeit entfaltete, der auch Erfolge nicht versagt geblieben sind. 1893 wurde er Hilfsarbeiter am Botan. Museum, Frühjahr 1899 Kustos, 1902 erhielt er den Professortitel, 1914 wurde ihm der Rote Adlerorden IV. Kl. verliehen.

Außerdem war er seit dem Jahre 1894 an der philosophischen Fakultät der Universität in Berlin als Privatdozent habilitiert. Seine 1895 bei C. HEINRICH in Dresden erschienene erweiterte, mit drei schönen, z. T. farbigen lithographischen Tafeln ausgestattete Habilitationsschrift handelt über „Wachstum und Anheftungsweise der Rindenflechten". Seine Untersuchungen berechtigten ihn zu dem Schlusse, daß die gonidienlose Basalschicht der Flechten zwar zwischen den Zellagen des Rindenperiderms wuchert, das Wachstum der Hyphen aber nur interzellular vor sich geht ohne Durchbohrung von Membranen, die Flechten somit eine schädigende Wirkung auf die Bäume nur in Verbindung mit andern nachteiligen Faktoren auszuüben vermögen.

Einige Monate vor seiner Anstellung als Kustos hatte er seine Braut, Frl. ELSE KLIEM, heimgeführt. Aus ihrer Ehe sind vier Töchter und ein Sohn hervorgegangen.

Seit seinem Eintritt als Assistent am Botan. Garten bis in die letzten Jahre seines Lebens hat er sich an den verschiedenen von den Direktoren und Beamten des Gartens und Museums in Angriff genommenen größeren und kleineren wissenschaftlichen Werken mit Eifer beteiligt, ja einige davon haben nur durch seine Mitarbeit zu Ende geführt werden können. So stellte er für das auch im Ausland bekannte und viel benutzte enzyklopädische Werk von ENGLER und PRANTL „Die Natürl. Pflanzenfamilien" den größten Teil der mykologischen Abschnitte her. Außerdem aber hat er, wie bekannt, für dasselbe auch eine der größeren Phanerogamenfamilien bearbeitet, nämlich die Acanthaceen, deren Neuordnung und Bestimmung ihm gleichzeitig für die Sammlungen des preußischen Staatsherbars übertragen worden waren. Hier folgte er nun den Spuren RADLKOFERs, der als erster die Bedeutung der außerordentlich mannigfaltigen und künstlerisch reizvollen, feinen, nur mikroskopisch wahrnehmbaren Strukturverhältnisse, wie sie in der Außenhülle der Pollenkörner zum Ausdruck kommen, erkannt hatte, und benutzte dieselben als eins der wesentlichsten Einteilungs- und Gruppierungsprinzipien für diese Pflanzengruppe. Bis in das letztvergangene Jahr hinein hat er sich wieder und

wieder mit den Acanthaceen beschäftigt, die aus den verschiedensten Florenreichen der Welt, besonders aus den deutschen Kolonien und dem tropischen Amerika dem hiesigen Museum zuströmenden Sammlungen, soweit es sich um Vertreter dieser Familie handelte, bestimmt, zahllose neue Arten und auch einige neue Gattungen beschrieben und in den verschiedensten floristischen Werken des In- und Auslandes veröffentlicht.

LINDAUs Hauptverdienste aber liegen auf dem Gebiete der Kryptogamenforschung, der er sich ja schon zu Anfang seiner wissenschaftlichen Laufbahn zugewandt hatte. Und da sind es vor allem zwei große Unternehmungen, die seinen Namen auch in weiteren Kreisen bekannt gemacht haben. Die „Kryptogamenflora für Anfänger“, ein mehrbändiges Werk mit instruktiven Abbildungen, für das er die meisten Kapitel selbst zusammengestellt hat, erfreute sich bald einer so praktischen Beliebtheit, daß schon jetzt eine zweite Auflage notwendig geworden ist. Noch wertvoller aber für die gesamte Pilz- und Flechtenforschung ist der von ihm in Gemeinschaft mit P. SYDOW herausgegebene „Thesaurus litteraturae mycologicae et lichenologicae“, ein aus fünf dicken Bänden bestehendes Nachschlagewerk, in dem die Pilz- und Flechtenliteratur der ganzen Welt bis in unsere Tage hinein zusammengestellt ist. Davon enthalten die zwei ersten Bände ein alphabetisches Verzeichnis der Titel der einzelnen Arbeiten nach den Autoren geordnet, Band III bringt Nachträge, hauptsächlich der während der Drucklegung hinzugekommenen Titel, Band IV und V bringt einen Sachkatalog, nach Fächern und sachlichen Gesichtspunkten geordnet, der das Werk erst wirklich nutzbringend macht.

Auch sonst hat der Verstorbene noch zahlreiche Abhandlungen über Pilze und Flechten veröffentlicht, von denen hier nur die wichtigsten kurz erwähnt sein mögen. Schon 1892 brachte er eine ausführlichere Arbeit heraus, die sich „Vorstudien zu einer Pilzflora Westfalens“ betitelt, erschienen in den Verhdl. des westfäl. Provinz.-Vereins für Kunst und Wissenschaft in Münster i. W. In der Festschrift für SCHWENDENER findet sich ein Aufsatz von ihm „Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Gyrophora*“ (1899). Sehr praktisch brauchbar auf Exkursionen sind ferner seine kleinen Hilfsbücher für das Sammeln parasitischer Pilze, für das Sammeln der Ascomyceten und für das Sammeln und Präparieren der niederen Kryptogamen. An RABENHORSTs Kryptogamenflora, SORAUERs Handbuch der Pflanzenkrankheiten, LAFARs Handbuch der technischen Mykologie ist er Mitarbeiter gewesen. In der be-

kannten Sammlung GOESCHEN bearbeitete er drei Lieferungen, die Pilze, die Spalt- und Schleimpilze, und die Flechten. Außerdem hat er seit etwa 1894 mehrere Jahre lang in JUSTs botanischem Jahresbericht über Schizomyceten referiert und hat über zwei Jahrzehnte hindurch als Mitherausgeber an der botanischen Abteilung des Zentralblattes für Bakteriologie, Parasitenkunde usw. bis in die letzte Zeit seines Lebens sich beteiligt. Erwähnung verdient endlich auch sein in den Annales mycologicae 1908 erschienener Index nominum receptorum et synonymorum Lichenographiae Scandinavicae Friesianae und eine kleinere in den Sitzungsberichten der Kgl. Preuß. Akad. d. Wissenschaften 1904 erschienene Arbeit, die das Vorkommen des Pilzes des Taumellolches in altägyptischen Samen behandelt und von allgemeinerem Interesse ist.

Wo irgend angängig, waren seine Bestrebungen auf das Praktische gerichtet. Davon zeugt z. B. auch das von ihm und HASELHOFF verfaßte Handbuch über „die Beschädigung der Vegetation durch Rauch“. Überhaupt besaß er große praktische Begabung, die ihn gerade in Verwaltungssachen besonders geeignet erscheinen ließen. Bei dem großen Umzug des Botan. Museums aus dem alten an der Berlin-Schöneberger Grenze gelegenen Gebäude in das neue in Berlin-Dahlem hat er dies wiederholt bewiesen. Lebhaft hat er auch die Bestrebungen unterstützt, die schließlich zur Gründung eines Institutes für Wasserhygiene führten.

Es ist ganz unmöglich, in dem zur Verfügung stehenden Rahmen alle seine bemerkenswerteren Publikationen auch nur einigermaßen zu würdigen. Aber auf zwei Seiten seines Wirkens muß hier noch eingegangen werden, sowie auf seine Vereinstätigkeit.

Große Forschungsreisen in das Ausland hat der Verstorbene nicht gemacht, abgesehen vielleicht von seinem Ferienaufenthalt in Graubünden, wo er hauptsächlich der Pilz- und besonders der Flechtenflora des Bernina-Gebietes seine Aufmerksamkeit widmete; dafür aber hing er um so inniger an seiner engeren und weiteren Heimat, an ihren Wäldern, Wiesen und Gewässern. So zog es ihn auch immer wieder nach seiner Vaterstadt Dessau und ihrer Umgebung. Der Gedanke des Heimatschutzes, der heimatlichen Forschung und des Naturschutzes war in seinem Herzen fest verankert. Auch davon zeugen einige seiner Arbeiten, von denen hier nur folgende angeführt seien: „Zur Geschichte der Spitznuß und des Kühnauer Sees bei Dessau“ (Botan. Verein 1905), „Über

den Zeitpunkt der Zerstörung der Burgen Reine, Waldeser und Kühnau" (Burgwart VI, 6, 1905), „Die Pflanzendecke der erratischen Blöcke im Regierungsbezirk Danzig" (in CONWENTZ, Beitr. z. Naturdenkmalpflege II, 1911), und „Algen, Flechten, Moose" (in Naturdenkmäler, Heft 1, 1913).

Was ferner die oben angeführte Arbeit über den altägyptischen Taumellolch betrifft, so bildet sie gewissermaßen den Ausgangspunkt zu Studien, die ihn besonders während des letzten Jahrzehntes seines Lebens angefangen hatten stärker zu beschäftigen. Ein persönliches Bekanntwerden mit dem märkischen Prähistoriker ALFR. GOETZE hatte in ihm den Wunsch wachgerufen, der Erforschung prähistorischer Pflanzenreste näherzutreten, besonders aus der Pfahlbautenzeit. So brachte er 1915 in der „Brandenburgia" einen Aufsatz über prähistorische Samen, vor zwei Jahren in den Verhandlungen des Bot. Ver. d. Prov. Brandbg. einen „über das Pfahldorf Riedschachen bei Schussenried und ähnliche Lokalitäten" und 1922 noch einen über fossile Samen von Troja in der Prähistor. Zeitschrift heraus. Zu diesem Zwecke hat er auch emsig an der Vervollständigung einer schon von HENNINGS begonnenen Sammlung von in Tuben aufbewahrten kleinen Sämereien gearbeitet, um sie zum Vergleich mit den in prähistorischen Schichten aufgefundenen Körnern verwenden zu können. Auch hatte er den Plan zur Herausgabe eines größeren zusammenfassenden Werkes über prähistorische Pflanzenreste gefaßt und, soweit es seine schon schwindenden Kräfte gestatteten, daran gearbeitet.

Schon im Jahre 1887 war LINDAU dem Botanischen Verein der Prov. Brandenburg und der Deutschen Botanischen Gesellschaft als Mitglied beigetreten und ist, solange er noch einigermaßen rüstig war, in beiden Gesellschaften einer der regelmäßigsten Teilnehmer an ihren Sitzungen gewesen. Besonders im brandenburgischen Verein entfaltete er später eine rege und umfassende Tätigkeit, sowohl als Vorsitzender, als auch als Herausgeber der „Kryptogamenflora der Mark"[1]).

Aber auch in der Deutsch. Bot. Gesellsch. hat er sich im Berliner geschäftsführenden Vorstande betätigt, teils als Schriftführer, teils als Mitglied des Ausschusses zur Vorbereitung der Wahlen, teils als Kassenprüfer (1910—1918). Die Ausarbeitung der auf der Generalversammlung in Straßburg, 1908, angenommenen neuen Statuten

1) Näheres hierüber in Bd. 66 der Verhdl. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandbg., S. 53—54.

hat im wesentlichen in GEORG VOLKENS' und in seiner Hand gelegen, nachdem der von ihm im Jahre vorher auf der Dresdener Jubiläumsversammlung gestellte Antrag auf Änderung der Statuten zur Weiterbearbeitung einer Kommission überwiesen worden war. Veröffentlicht hat er in den Berichten unserer Gesellschaft außer den beiden Nachrufen auf F. V. THÜMEN (1893) und auf PAUL WILHELM MAGNUS (1915) zwei kleinere Arbeiten: „Zur Entwicklungsgeschichte einiger Samen (*Rhamnus cathartica* L. u. *Coccoloba populifolia* Wedd.)", 1891, und „Über *Medusomyces Gisevii*, eine neue Gattung und Art der Hefepilze", 1913.

Im Interesse der lichenologischen Spezialforschung aber ist es bei aller Vielseitigkeit von LINDAUs außerordentlich fruchtbarer Tätigkeit trotz alledem zu beklagen, daß er zur Durchführung seines zur Zeit seiner Habilitation geäußerten Planes, der Fortsetzung seiner so sorgsamen „Lichenologischen Untersuchungen" später nicht mehr gekommen ist. Die Anforderungen, die seine amtliche Stellung, seine Vereinstätigkeit, seine Dozentur und die Herausgabe der verschiedenen Handbücher und sonstigen größeren und kleineren Werke an ihn stellten, haben die besten Jahre seines Lebens voll ausgefüllt. Auch traten immer neue Aufgaben an ihn heran, so daß er, abgesehen von Pollenuntersuchungen an Acanthaceen, zu der von ihm so geliebten rein mikroskopischen Forschung nur immer seltener und schwerer die nötige Zeit und Muße fand. Zweifellos aber hat er durch seinen staunenswerten Fleiß auf kompilatorischem Gebiete, das ihm gleichfalls sehr gut lag, der Wissenschaft große und bleibende Dienste geleistet.

Der Verstorbene war ein gerader und treuer Mensch. Ein Kriecher war er nicht, vielmehr meist gern zur Kritik geneigt. Die Sache stand ihm letzten Endes immer höher als irgendwelche persönliche Rücksicht, und bei alledem ruhte im Grunde seiner Seele ein tiefes Gemüt; gesunder Sinn für gesellige Fröhlichkeit und deutsche Gemütlichkeit machten ihn zu einem gern gesehenen Gesellschafter. Auch für Musik besaß er lebhaftes Verständnis, und einige Zeit war er Mitsänger im philharmonischen Chor. Das Bild, das ich von ihm hier zu entwerfen versucht habe, würde aber unvollständig sein, wollte ich nicht auch der poetischen Ader gedenken, über die er verfügte, und die seiner rührigen Feder manch launiges Gelegenheitsgedicht entfließen ließ.

Als schon vor Jahren die ersten Anzeichen seines Leidens sich zu erkennen gaben, wurde er ein anderer. Ob er, vielleicht sich selbst kaum bewußt, unter dem Eindruck stand, daß er seine volle Rüstigkeit nicht wiedererlangen werde, wer vermag es zu

ermessen? Die ihm Näherstehenden hatten das Empfinden, als zöge er sich mehr und mehr in sich selbst zurück. Die jüngeren Fachgenossen mögen daher wohl kaum noch ihm irgendwie nähergetreten sein. Wer aber den Lindau in der Zeit vor zehn und zwanzig Jahren gekannt hat, als er im besten Mannesalter stand, wird vielleicht zustimmen, wenn wir über sein Leben die beiden Sinnsprüche setzen: „Numquam otiosus“ und „Inserviendo consumor“.

Schriftenverzeichnis [1]).

1. Über die Anlage und Entwicklung einiger Flechtenapothecien. Inauguraldissertation, Berlin, 1888, zugleich erschienen in „Flora“, Jahrg. 1888, 44 S. und eine Doppeltafel.
2. Ein neuer Meßapparat für mikroskopische Zwecke, in Naturwiss. Wochenschr. IV, 1889, S. 185—186 mit Abbildg.
3. *Ascoidea* und *Endomyces* in O. Brefeld, Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie, Heft 9: Die Hemiasci und die Ascomyceten, Münster i. W., 4°, 1891, mit 4 Tafeln, von deren zahlreichen Figuren etwa 63 von Lindaus Hand herrühren.
4. *Monographia generis Coccoloba*, in Engl Botan. Jahrb. XIII, 1891, S. 106 bis 229 mit Tafel.
5. Zur Entwicklungsgeschichte einiger Samen (*Rhamnus cathartica* L. und *Coccoloba populifolia* Wedd.), in Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. 9, 1891, S. 274—279 mit Tafel.
6. Nachträge und Berichtigungen zu meiner *Monogr. gener. Coccoloba*, in Engl. Jahrb. XIV, 1892, Beibl. Nr. 31, S. 14—16.
7. Vorstudien zu einer Pilzflora Westfalens, in Jahresber. d. Westfäl. Provinzialvereins f. Wissensch. u. Kunst, 1891, Münster i. W., 1892, S. 1—70.
8. Die heutige Morphologie und Systematik der Pilze in Naturwiss. Wochenschr. Bd. VII, 1892, S. 369-372 u. 382—386 mit 20 Fig.
9. *Acanthaceae africanae novae insulae S. Thomae*, in Boletim Soc. Brot. Vol. X, 1892, 3 S.
10. *Acanthaceae africanae* in A. Engler, Beitr. zur Flora von Afrika. I, in Engl. Bot. Jahrb. XVII, 1893, S. 89—113, mit Abbildg.; II, l. c. XX, 1894, S. 1—76; III, l. c. XXII, 1895, S. 112—127; IV, l. c. XXIV, 1897, S. 310 bis 325; V, l. c. XXX, 1901, S. 111—114; VI, l. c. XXXIII, 1902, S. 183 bis 193; VII, l. c. XXXVIII, 1905, S. 67—73; VIII, l. c. XLIII, 1909, S. 349-358; IX, l. c. XLIX, 1913, S. 399—409 mit 2 Fig.; X, l. c. LVII, 1920, S. 20—24.

---

1) Nicht unbeträchtliche Hilfe leistete mir bei der Zusammenstellung dieses Verzeichnisses der vom Verstorbenen hinterlassene Zettelkatalog seiner reichhaltigen Bibliothek, der mir von seiner Witwe in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt wurde.

11. *Xantheranthemum* und *Pseuderanthemum*, zwei neue Gattungsnamen der Acanthaceen, in Gartenflora 1893, Bd. 42, 2 S. mit Abbildg.
12. Bemerkungen über Bau und Entwicklung von *Aecidium Englerianum*, in Engl. Bot. Jahrb. Bd. XVII, 1893 S. 43—47 mit Taf.
13. Beiträge zur Systematik der Acanthaceen, in Engl. Bot. Jahrb. XVIII, 1893, S. 36—64, mit 2 Tafeln und 2 Textfiguren.
14. Übersicht der bisher bekannten Arten der Gattung *Thunbergia*, ebenda, Beibl. 41, 1893, S. 31—43.
15. Nachruf auf FELIX VON THÜMEN, in Hedwigia, XXXII, 1893, S. 247—257.
16. *Polygonaceae* in P. TAUBERT, Pl. Glaz. in Engl. Jahrb. XVII, 1893, S. 517—518
17. FELIX VON THÜMEN, in Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. XI, 1893, S. (28)—(30).
18. Der Epheukrebs, in Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten Bd. IV, S. 1—3, mit 1 Taf.
19. *Acanthaceae papuanae*, in Engl. Bot. Jahrb. XIX, 1894, Beibl. 48, S. 3—7.
20. Beiträge zur argentinischen Flora. a. a. O., S. 8—23.
21. Einzelne Acanthaceendiagnosen, in Engl. Bot. Jahrb. Bd. XIX, Beibl. 47, 1894, S. 46—48.
22. Übersicht über die in den Jahren 1892/93 erschienenen Arbeiten über Pilze (incl. Flechten), in Engl. Bot. Jahrb. XVIII, 1894, Literaturbericht S. 49-86.
23. RICH. SPRUCE, in Hedwigia, Bd. 33, 1894, S. 202-204.
24. Über Bau und systemat. Stellung von *Ditiola radicata*, in Hedwigia, Bd 33, 1894, S. 234—240, mit Tafel.
25. *Lichenes*, *Polygonaceae* und *Acanthaceae* in TH. LOESENER, Plant. Seler., in Bull. Herb. Boissier, Vol. II, 1894, S. 537 u. S. 564—565; III, 1895, S. 609 u. S. 620; VII, 1899, S. 547/48 u. S. 575—578; 2. Sér. VI, 1906, S. 844—845; und in Verhdl. Bot. Vereins d. Prov. Brandbg. Vol. 53, 1911, S. 50, u. Vol. 55. 1913, S. 193.
26. Die Organismen im Saftflusse der Laubbäume, in Naturwiss. Wochenschr. Bd. IX, 1894, S. 631—633.
27. Zusammen mit P. HENNINGS: Verzeichnis der bei Templin am 20. Mai 1894 beobachteten und gesammelten Pilze in Verhandl. Bot. Vereins d. Prov. Brandbg. Bd. 36, 1895, S. XXXII—XXXVI.
28. *Acanthaceae* in ENGLER-PRANTL, Natürl. Pflanzenfam. IV. 3b, 1895, S. 274—354, mit zahlreichen Abbildungen.
29. Die Beziehungen der Flechten zu den Pilzen, in Hedwigia Bd. 34, 1895, S. 195—204.
30. Lichenologische Untersuchungen I. Über Wachstum und Anheftungsweise der Rindenflechten, Dresden, Verlag von C. HEINRICH, 1895, 4°, 66 S., mit 3 Tafeln.
31. (Discomyceten) *Pezizineae*, *Phacidiineae*, *Hysteriineae*, in ENGLER-PRANTL, Natürl. Pflanzenfam. I, 1895 u. später, S. 178—265, mit zahlreichen Abbildungen.
32. JOSEPH SCHRÖTER, in Hedwigia, Bd. 34, 1895, S. 308—312.
33. *Acanthaceae americanae* in Bull. Herb. Boissier. Vol. III, 1895, S. 361 bis 493; desgl. II, siehe weiter unten no. 50; desgl. III, l. c. 2. sér., Vol. IV, 1904, S. 313—328 u. 401—418; desgl. IV, l. c. 2. sér., Vol. V, 1905, S. 367—374.

34. Die Abschnitte „Zierpflanzen", „Ascolichenes", „Hepaticae", „Musci frondosi" und „Acanthaceae" in A. ENGLER, die Pflanzenwelt Ost-Afrikas und der Nachbargebiete, Teil B u. C, Berlin 1895.
35. *Polygonaceae* in G. HIERONYMUS, Plant. Lehmannianae in Engl. Bot. Jahrb. Bd. XX, 1895, S. 6—8.
36. Acanthaceendiagnosen in A. ENGLERs Pflanzenverzeichnis in GRAF VON GÖTZEN „Durch Afrika von Ost nach West", 1895, 1 S.
37. *Polygonaceae* und *Acanthaceae* in G. HIERONYMUS, Plant. Stuebel. in Engl. Bot. Jahrb. Bd. XXI, 1895/96, S. 307 u. 377—378.
38. Zwei neue deutsche Pilze, in Hedwigia Bd. 35, 1896, S. 56—57, mit Abbildg.
39. Ratschläge für das Sammeln von niederen Kryptogamen in den Tropen, in Notizbl. d. Kgl. botan. Gartens und Mus. z. Berlin, 1896, Nr. 6, S. 192—198.
40. Zwei neue Polygonaceen, a. a. O. S. 213 215.
41. Beiträge zur Pilzflora Südamerikas, I., Einleitung, in Hedwigia Bd. XXXV 1896, S. 202—207.
42. Bemerkung zu P. MAGNUS: „Eine sachliche Erwiderung", ebenda, S. (94)—(95).
43. Neue Beiträge zur Kryptogamenflora der Mark Brandenburg I, in Verhdlg. Bot. Ver. d. Prov. Brdbg. Bd. 38, 1896, S. 142—160.
44. *Acanthaceae somalenses*, in Ann. del R. Ist. Bot. di Roma, VI, 1895—96 (erschienen 1897), fasc. 2, S. 67—83.
45. *Perisporiales, Hypocreales, Dothideales, Sphaeriales, Laboulbeniinae* in ENGLER-PRANTL, Natürl. Pflanzenfam. I. 1, 1897, S. 325—505, mit zahlreichen Abbildg.
46. *Auriculariales* und *Tremellineae* ebenda, I, 1**, 1897, S. 82—96, mit mehreren Abbildg.
47. Zur Entwicklung von *Empusa Aulicae*, in Hedwigia Bd. 36, 1897, S 291 bis 296, mit Abbildg.
48. Ein Beitrag zur Kryptogamenflora von Rügen, ebenda, S. (151)—(157).
49. Bemerkungen über die heutige Systematik der Pilze, in Botan. Zentralblatt, Bd. 70, 1897 11 S.
50. *Acanthaceae americanae (II) et asiaticae novae vel minus cognitae*, in Bull. Herb. Boiss. Vol. V, 1897, p. 643—681.
51. Über insektenbewohnende Pilze, in Entomolog. Nachrichten XXIII, 1897, S 225—229, mit Abbildg.
52. Über Insekten-bewohnende Pilze, in Naturw. Wochenschr. Bd. XII, 1897, S. 304—307, mit Abbildg.
53. *Nectria Westhoffiana*, ein neuer Pilz Westfalens, in Jahresber. XXV. d. Westfäl. Prov. Vereins f. Wissensch. u. Kunst, Münster i. W. 1897, 1 S.
54. Zus. mit P. A. SACCARDO, *Elenchus fungorum novorum etc.*, in Hedwigia Bd. 36, 1897, Beibl., S. I—LVI; Bd. 37, 1898, Beibl., S. I—LVII.
55. Über eine im Berliner Bot. Garten beobachtete Raupenkrankheit, in Verhdl. Bot. Ver. d. Prov. Brandbg. Bd. XXXIX, Jan. 1898, p. XLVII.
56. Bericht der Kryptogamenkommission, ebenda, p. LXXXV—LXXXVII; ferner Bd. XXXX, Jan. 1899, p. LXXIV—LXXV; desgl. Bd. 41, Jan. 1900, p XLVII—XLVIII; Bd. 42, 1901, p. XV; Bd. 43, 1902, p. XXI—XXII; Bd. 44, 1903, p. XXV—XXVI; Bd. 45, 1904, p. XXIV; Bd. 46, 1905, p. XX; Bd 47, 1906, p. XXIV; Bd 49, 1908, p. XXX—XXXI.

57. Bemerkungen über die Gattg. *Moelleria*, in Hedwigia Bd. 37, 1898, Beibl. S. (44)—(47).
58. Einige neue Acanthaceen aus dem Herb. Delessert, In Ann. du Conserv. et du Jard. botan. de Genève, 1898, p. 38—40.
59. *Acanthaceae* in I. URBAN, Plant. Glaziov. in Engl. Bot. Jahrb. Bd. XXV, 1898, Beibl. n. 60, S. 44—50.
60. Desgl. in R. CHODAT, Plant. Hassler., in Bull. Herb. Boiss. Vol. VI, 1898, Append. I, S. 29/30.
61. Desgl. in A. SODIRO, Plant. Ecuador., in Engl. Bot. Jahrb. Bd. XXV, 1898, S. 732/733.
62. Über den Bau und die Entwicklungsgeschichte von *Amylocarpus encephaloides* in Verhdl. Bot. Ver. d. Prov. Brandbg. XXXX, Jan. 1899, S. XXIV—XXV.
63. *Megalochlamys, nov. gen. Acanthacearum*, in A. ENGLER, Beitr. z. Flor. v. Afrika, in Engl. Bot. Jahrb. Bd. XXVI, 1899, S. 345-346.
64. Über Entwicklung und Ernährung von *Amylocarpus encephaloides*, in Hedwigia, Bd. 38, 1899, S. 1—19, mit 2 Tafeln.
65. Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Gyrophora*, in Festschr. für SCHWENDENER, Berlin, GEBR. BORNTRAEGER, 1899, S. 19—36, mit Tafel.
66. Über das vielumstrittene Trichogyn der Flechten, in Naturwiss. Wochenschr. Bd. XIV, 1899, S. 267—268 (anonym).
67. *Rhizidium lignicola* nov. spec., eine holzbewohnende Chytridiacee, in Verhdl. Bot. Vereins d. Prov. Brandbg. Bd. 41, 1899, erschien. 1900, S. XXVII—XXXIII, mit Abbildg.
68. *Fungi imperfecti*, in ENGLER-PRANTL, Natürl. Pflanzenfam. I, 1**, 1899 u. später, S. 347—523, mit zahlreichen Abbildg.
69. *Polygonaceae*, in I. URBAN, Symb. Antill. I, 1899, S. 209—235.
70. Floras Stiefkinder, in „Berl. Lokalanzeiger", 1899, 1 Sp.
71. Zusammen mit P. SCHIEMENZ, M. MARSSON, M. ELSNER, B. PROSKAUER und H. THIESING: Hydrobiolog. u. hydrochem. Untersuchungen über die Vorflutersysteme der Bäke, Nuthe, Panke und Schwärze, in Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Mediz. u. öffentl. Sanitätswesen. 3. Folge. XXI. Supplementsheft, 1900, 158 S.
72. *Acanthaceae*, in A. ENGLER: Die von W. GOETZE und Dr. STUHLMANN im Ulugurugebirge usw. ges. Pflanzen, in Engl. Bot. Jahrb. Bd. XXVIII, 1900, S. 483—485.
73. *Acanthaceae*, in I. URBAN, Symbol. Antill. Vol. II, 1900, S. 170—250, mit Abbildg.
74. Desgl. in H. PITTIER, Prim. Flor. Costar. II. Fasc. 4, 1900, S. 299-317.
75. Desgl. in R. SCHLECHTER, Westafrikan. Kautschuk-Expedition, Berlin (Verlag des Kolonial-Wirtschaftl. Komitees) 1900, S. 314—317.
76. Hilfsbuch für das Sammeln parasitischer Pilze, Berlin, GEBR. BORNTRAEGER, 1901, kl. 8°, 90 S.; 2. Aufl. 1922, 98 S.
77. Desgl. für das Sammeln der Ascomyceten, desgl. 1903, 139 S.
78. Desgl. für das Sammeln und Präparieren der niederen Kryptogamen, desgl., 1904, 78 S.
79. Beobachtungen über den südafrikan. Heuschreckenpilz (Locust Fungus) in Notizbl. Kgl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin, Nr. 26, 1901, S. 119—126, mit Tafel.

80. *Lichenes*, in A. ENGLER: Die von W. GOETZE am Rukwa- und Nyassa-See usw. gesammelten Pflanzen, in Engl. Bot. Jahrb. Bd. XXX, 1901, S. 257—260.
81. *Acanthaceae*, ebenda, S. 406—411.
82. Zwei neue Acanthaceen aus d. Herb. d. k. k. naturhist. Hofmuseums, in Annalen d. k. k. naturh. Hofmuseums, Wien, XVI, 1901, Heft 3 u. 4, S. 71—72.
83. Über Abwässerorganismen und die Erforschung ihrer Biologie, in Naturwiss. Wochenschr. Bd. XVII, 1902, S. 327—330 u. S. 340—343, mit Abbildg.
84. Zusammen mit E. HASELHOFF: Die Beschädigung d. Vegetation durch Rauch, Leipzig, GEBR. BORNTRAEGER, 1902, 8°, 412 S.
85. Kryptogamische Artikel in Enzyklopädie der Hygiene, herausgegeben von PFEIFFER und PROSKAUER, 1902.
86. Neuere Forschungen über Hefepilze, in Naturw. Wochenschr. XVIII, 1902, S. 42—44, mit 17 Textfig. (Sammelreferat von „G. L.“)
87. Über Erkennung und Verhütung der Beschädigung der Vegetation durch Rauch, in Gesundheits-Ingenieur, XXVI, 1903, S. 79—81.
88. Beiträge zur Pilzflora des Harzes, in Verhdl. d. Bot. Vereins d. Prov. Brandbg. XLV, 1903, S. 149—161, mit 4 Abbildg.
89. Die Bedeutung der mikroskopischen (biologischen) Untersuchungsmethode für die Beurteilung des Wassers, in Gesundheits-Ingenieur XXVI, 1903, S. 321—324.
90. *Acanthaceae* in H. BAUM, Kunene-Zambesi-Expedit., Berlin, Kolon.-wirtsch. Kom., 1903, S. 374—381.
91. Über die Beschädigung der Vegetation durch Rauch, in Naturwissensch. Wochenschr. XVIII, 1903, S. 421—427, mit 7 Fig.
92. Die Pilze Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, in RABENHORSTs Kryptogamenflora, zweite Auflage, Bd. I, Pilze, VIII. u. IX. Abteilg. Fungi imperfecti, 2 Bände, Leipzig (E. KUMMER), 1904—1907, 852 S. mit zahlreichen i. d. Text gedruckten Abbildungen, und 1907—1910, 983 S., desgl.
93. Die pflanzlichen Parasiten, in SORAUERs Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. II. 3. Aufl. Berlin (P. PAREY) 1904—1908, 550 S., mit 62 Textabbildg.
94. Allgem. Morphologie, Entwicklungsgeschichte, Anatomie und Systematik der Eumyceten, in LAFARs Handbuch der Technischen Mykologie, Bd. I, Jena (GUST. FISCHER) 1904, S. 150—221.
95. Über das Vorkommen des Pilzes des Taumellolchs in altägyptischen Samen, in Sitzber. d. Kgl. Preuß. Akademie d. Wissenschaften, Berlin 1904, XXXV, S. 1031—1036, mit 2 Fig. im Text.
96. Beitrag zur Kenntnis eines im Wasser lebenden Discomyceten, in Festschrift zu P. ASCHERSONs 70. Geburtstage, Berlin (GEBR. BORNTRAEGER) 1904, S. 482—486, mit Abbildg.
97. *Aspergillus (Sterigmatocystis) strychni* n. sp., in Hedwigia XLIII, 1904, S. 306—307.
98. Zur Geschichte der Spitznuß und des Kühnauer Sees bei Dessau; ein Beitr. zur Landeskunde von Anhalt, in Verhdl. d. Bot. Vereins d. Prov. Brandbg. XLVII, 1905, S. 1—19, mit 1 Abbildg. u. 1 Kartenskizze.
99. Beobachtungen über Hyphomyceten I, ebenda, S. 63—76.

100. Über den Zeitpunkt der Zerstörung der Burgen Reine, Waldeser und Kühnau, in „Burgwart“ VI, 1905, S. 49—51.
101. *Hemiasci, Protoascineae, Ascocorticiaceae* u. *Gymnoascaceae*, in „Kryptogamenflora der Mark Brandenburg“ Bd. VII, 1905, 10 S. mit 3 Abbildg. im Text.
102. *Hemibasidii, Auriculariineae* u. *Tremellineae*, ebenda, Bd. Va, 1912, S. 1 bis 68 u. S. 904—924, mit 6 Abbildg. im Text
103. *Plantae nonnullae novae andinae*, in Fedde, Repert. I, 1905, S. 156–159.
104. *Lichenes* u. *Acanthaceae* in K. SCHUMANN † u. K. LAUTERBACH, Nachtr. zur Flora d. Deutsch. Schutzgebiete i. d. Südsee, Leipzig (GEBR. BORNTRAEGER) 1905, S. 29–30 u. 385—390.
105. *Mycosphaerella Tulasnei* u. *Sphaerulina intermixta*, bzw. *Cladosporium herbarum* u. *Dematium pullulans*, in LAFARs Handbuch d. Technischen Mykologie, Bd. IV, 1906, S. 270—279, mit 6 Abbildg.
106. *Acanthaceae andinae* in I. URBAN, Pl. nov. and. II, in Engl. Bot. Jahrb. Bd. 37, 1906, S. 642—643.
107. *Index nominum omnium etc., quae Nylanderi Synopsis Lichenum complectitur*, Berlin (W. JUNK) 1907, 37 S.
108. Ein kleiner Beitrag zur Geschichte der Bebauung der Sandvorstadt in Dessau, in Mitt. d. Ver. f. Anhalt. Geschichte u. Altertumsk. Bd. 10, 1907, S. 727—738.
109. Acanthacées nouvelles, in E. HASSLER, Plant. Paraguar., in Bull. Herb. Boissier, 2. sér., Vol. VII, 1907, S. 928—929.
110. Zusamm. mit P. SYDOW: *Thesaurus litteraturae mycologicae et lichenologicae*, Berlin (GEBR. BORNTRAEGER), Vol. I, Lipsiis (FRATRES BORNTRAEGER) 1908, 903 S.; Vol. II, 1909, 808 S.; Vol. III, Suppl., 1912, 766 S.; Vol. IV, Sachkatalog, Teil 1, 1915, 609 S.; Vol. V, Sachkat., Teil 2, 1917, 526 S.
111. Notiz über das Auftreten der *Plasmopara viticola* im Kapland, in Notizbl. d. Kgl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin, Nr. 42, 1908, S. 67–68.
112. *Lichenes peruviani, adject. nonnull. Columb.* u. *Acanthacea peruviana*, in I. URBAN, Pl. nov. and. IV, in Engl. Bot. Jahrb. Bd. 42, 1908, S. 49 bis 60 u. S. 173.
113. *Lichenes* von Madagaskar, Mauritius und den Comoren, in A. VOELTZKOW, Reise in Ostafrika i. d. Jahren 1903—1905, Band III, Stuttgart, 1908, 4° S. 1—14, mit 1 Tafel.
114. *Index nominum receptorum et synonymorum Lichenographiae Scandinavicae Friesianae*, in Annal. mycol. 1908, S. 230—267.
115. *Acanthaceae* in A. CHEVALIER, Novitat. flor. Afric., in Bull. Soc Bot. France, 4. sér., Vol. VIII, 1908, Mém. 8b, S. 48—53.
116. PAUL HENNINGS †. Nachruf, in Naturwissensch. Rundschau, XXIII, 1908, Nr. 50, 1 S. Desgl. in Hedwigia XLVIII, 1909, Anhang, 5 S, mit Bildnis. Desgl. in Verhandlg. Bot. Vereins d. Prov. Brandenburg Bd. 50, 1909, S. XCII—CXIII, mit Bildnis.
117. *Acanthaceae* in TH. HERZOG, Siphonog. nov. Boliv. etc. in Fedde, Repertor. VII, 1909, S. 67—68.
118. Über Naturbilder mit besonderer Berücksichtigung von Pilzaufnahmen, in Naturwiss. Wochenschr. XXIV, 1909, S. 465—473, mit 10 Fig.
119. *Fungi* und *Lichenes*, in Subantarctic Islands of New Zealand, Wellington 1910, S. 529—532.
120. Über Wanderungen parasitischer Pilze, in Naturw. Wochenschrift. Neue Folge IX, 1910, S. 625–629.

121. Über die durch *Fusarium*-Arten hervorgerufenen Pflanzenkrankheiten, in Naturw. Wochenschr. N. F. X, 1911, S. 26–27.
122. Flechten, und *Acanthaceae*, in Wissensch. Ergebn. d. Deutsch. Zentral-Afrika-Exped. 1907–1908 unter Führg. Adolf Friedrichs, Herzog zu Mecklenburg, Bd. II, Botanik, 1911, S. 101–110 und S. 291–310, mit 3 Tafeln.
123. Über die von H. Simroth aufgestellte Pendulationstheorie, in Verhdl. Bot. Ver. d. Prov. Brandbg. Bd. 52, 1911, S. (41)–(42).
124. Ein kleiner Beitrag zur Pilzflora Graubündens, in Hedwigia LI, 1911, S. 116–121.
125. Eine neue *Belonium*-Art aus Neu-Guinea, ebenda, S. 327—328.
126. Schimmelpilze als ästhetische Objekte, in „D. Woche", Mai 1911.
127. Kryptogamenflora für Anfänger, Bd. I, Die höheren Pilze (Basidiomycetes), Berlin (J. Springer) 1911, 232 S. mit 607 Textfig.; Bd. II, Die mikroskopischen Pilze, 1912, 276 S. mit 558 Fig.; Bd. III, Die Flechten, 1913, 250 S. mit 306 Fig.; Bd. IV, Die Algen, 1. Abteilg., 1914, 219 S. mit 489 Fig., 2. Abt., 1914, 200 S. mit 437 Fig., 3. Abt., Die Meeresalgen, von R. Pilger, 1916, 125 S. mit 183 Fig.; Bd. V, Die Laubmoose, von W. Lorch, 1913, 250 S. mit 265 Fig.; Bd. VI, Die Torf- und Lebermoose, von W. Lorch, 1914, 184 S. mit 296 Fig., Die Farnpflanzen (Pteridophyten), von G. Brause, 1914, 108 S. mit 73 Fig. — Dasselbe 2. Auflage, Bd. I, 1917, 234 S. mit zahlr. Fig.; Bd. II, 1, 1922, 222 S. mit 400 Fig., II, 2, 1922, 301 S. mit 520 Fig.; Bd. III, 1922, 252 S. mit 305 Fig.
128. Die Pflanzendecke der erratischen Blöcke im Regierungsbez. Danzig, in H. Conwentz, Beitr. zur Naturdenkmalpflege, Bd. II, 1911, S. 94—103.
129. Generalregister zur Hedwigia, Bd. 1–50, Dresden (C. Heinrich), 8°, 1911, 186 S.
130. *Lichenes*, Flechten, in E. Rübel, Pflanzengeogr. Monographie des Berninagebietes, in Engl. Bot. Jahrb. XLVII, 1912, S. 493–505.
131. Die Pilze, eine Einführung in die Kenntnis ihrer Formenreihen, in Sammlung Göschen, Leipzig 1912, kl. 8°. 128 S. mit 10 Fig.
132. Spalt- und Schleimpilze, eine Einführung in ihre Kenntnis, ebenda, Berlin u. Leipzig 1912, 116 S. mit 11 Abbildg.
133. Die Flechten, eine Übersicht unserer Kenntnisse, ebenda, 1913, 123 S. mit 54 Fig.
134. Beiträge zur Kenntnis der Flechten von Kolumbien, in O. Fuhrmann und Eug. Mayor, Voy. d'Explor. Colomb., in Mém. Soc. Neuchâtel Sci. Nat. V, 1912, S. 57—66.
135. Flechten aus den Anden nebst einer neuen Art von *Parmelia* aus Montevideo, in Hedwigia LIII, 1912, S. 41—45, mit 2 Fig.
136. *Fungi*, *Lichenes*, in J. Perkins, Beitr. zur Flora von Bolivia, in Engl. Bot. Jahrb. IL, 1912, S. 173.
137. Algen, Flechten, Moose, in „Naturdenkmäler", Vorträge und Aufsätze, herausgeg. von d. Staatl. Stelle f. Naturdenkmalpflege, Berlin (Gebr. Borntraeger), 8°, Heft 1, 1913, S. 11—16.
138. Schutz den blütenlosen Pflanzen, ebenda, Heft 8, 1915, S. 343—371.
139. Einige neue Acanthaceen, in Fedde, Repert. XI, 1912, S. 122–124.
140. Acanthaceendiagnosen in I. Urban, Nov. gen. et spec. V., in Symb. Antillan. Vol. VII, 1912, S. 383—385.

141. Gedächtnisrede auf P. ASCHERSON, in Verhandl. d. Bot. Vereins d. Prov. Brandbg., Bd. 55, 1913, S. (10)—(14).
142. Einige neue Acanthaceen aus Zentralamerika, in Fedde, Repert. XII, 1913 S. 423—426.
143. Neue *Acanthaceae* Papuasiens, in Engl. Bot. Jahrb. Bd. 50, 1913, S. 166 bis 170, mit 1 Fig ; dasselbe II, l. c. Bd. 55, 1917, S. 135-136.
144. Über *Medusomyces Gisevii*, eine neue Gattung und Art der Hefepilze, in Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. XXXI, 1913, S. 243-248, mit Tafel.
145. *Acanthaceae*, in R. PILGER, Pl. Uleanae, in Notizbl. d. Kgl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem, Nr. 56, 1914, S. 192—200.
146. Desgl. in TH. LOESENER, Mexik. u. zentralamer. Novit., in Fedde, Repert. XIV, 1915, S. 111.
147. Zum Gedächtnis an ALBERT GRUNOW, in Verhandl. Botan. Vereins d. Prov. Brandbg. Bd. 56, 1915, S. 176—177.
148. Eßt Pilze, im „Berl. Tageblatt" 1914, 25. Sept., 1 Spalte.
149. PAUL WILHELM MAGNUS, in Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. XXXII, 1915, S. (32)—(63), mit Bildnistafel.
150. Schädlinge und Krankheiten der Orchideen, in R. SCHLECHTER: „Die Orchideen", Berlin (P. PAREY) 1915, S. 779—789.
151. Die auf kultivierten und wilden Orchideen auftretenden Pilze und ihre Bekämpfung, in „Orchis" IX, 1915, S. 171—178 u. S. 181—203.
152. *Acanthaceae asiaticae*, in Fedde, Repert. XIII, 1915, S 550—554.
153. Karpologische Getreidefunde in der Mark, in „Brandenburgia" XXIV, n. 3/4, 1915, S. 60—62.
154. *Phoma torrens* und seine Bekämpfung, in Monatsschr. für Kakteenkunde, Bd. 26, 1916, S. 81—82.
155. *Acanthaceae* in: Die von Dr. TH. HERZOG auf seiner zweiten Reise durch Bolivien usw. gesammelt. Pflanzen, II, in Meded. van's Rijks Herb. Leiden n. 29, 1916, S. 49—51.
156. *Acanthaceae*, in Wissensch. Ergebn. d. schwed. Rhodesia-Kongo-Expedit. 1911/12 unter Leitung von ERIC GRAF VON ROSEN, Bd. II, 1916, S. 302 bis 309.
157. A tószegi Laposhalom történelemelötti növényi leletei. Die pflanzlichen Funde von Laposhalom bei Tószeg. In „Botanikai Közlemények", 1917, 4.—6. füzet, Budapest 1918, S. 1—2 u. S. (37)—(43).
158. Über Pilzkunde, in „Wildgemüse und Pilze, ihre Einsammlung und Verwertung", Lehrgänge der Reichsstelle für Gemüse und Obst, Berlin 1917, S. 22—28.
159. Siehe: Bericht der Kommiss. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. über die Hebung der Produktion von Speisepilzen, in Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. 1919, Bd. XXXVII, S. 177—181.
160. Erkennung der giftigen und ungiftigen Pilze, in „Volkswohlfahrt" I, 1920, S. 37.
161. Eine epiphytische Acanthacee, *Dischistocalyx epiphytica* Lind. n. sp., in Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem, Bd. VII, 1921, 1 S.
162. Unter Mitwirkung von E. RIEHM: Handbuch der Pflanzenkrankheiten begründet von P. SORAUER, 4. Aufl., 1921, Berlin (P. PAREY), Bd. II. 1. Teil, 382 S. mit 50 Fig. Dasselbe unter Mitwirkg. von E. KÖHLER R. LAUBERT, W. WOLLENWEBER u. H. ZILLIG, Bd. III, 2. Teil, 1923, 310 S. mit 55 Fig.

163. Eine neue *Aphelandra*-Art, in Notizbl. d. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem, Nr. 71, 1921, S. 50.
164. Das Pfahldorf Riedschachen bei Schussenried und ähnliche Lokalitäten, in Verhandl. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandbg. Bd. 63, 1922, S. 31—33.
165. Neue Gattungen der Acanthaceen, in Notizbl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem, Nr. 72 (Bd. VIII), 1922, S. 142—144.
166. *Acanthaceae austro-americanae*, ebenda, Nr. 73, 1922. S. 245—247.
167. Fossile Samen von Troja, in Prähist. Zeitschrift, Bd. 13/14, 1922, S. 172 bis 176, mit 1 Abbildg.
168. *Lichenes novo-guineenses*, in Engl. Bot. Jahrb. Bd. LVIII, 1923, S. 250–254.
169. Eine neue Acanthacee aus Afrika, in Notizbl. d. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem, Nr. 76, 1923, S. 424

Änderungen im Mitgliederverzeichnis[1]).

(Abgeschlossen am 10. März 1924.)

I. Neue Mitglieder.

Arends, Dr. **Johannes**, Apotheker in **Chemnitz**, Winklerstr. 22.

Backer, C. A. in **Buitenzorg** (Java), Tjilendek 37.

Beger, Dr. **Herbert** in **Dresden**, Lüttichaustr.

Beikirch, Herbert, Apotheker in **Braunschweig**, Botanisches Institut.

Bergdolt, Ernst Friedrich, cand. rer. nat. in **München**, Nymphenburger Str. 207, I.

Bethge, Hans, Studienrat in **Potsdam-Wildpark.**

Bonrath, Dr. **Wilhelm**, Wissensch. Mitarbeiter der Farbenfabr. vorm. Friedr. Bayer & Co. in **Leverkusen** b. Köln, Landw. Abteilung.

Boschan, Georg, Rittmeister a. D., Inhaber der Samenhandlung Gebrüder Boschan in **Wien I**, Bäckerstr. 9.

Braunholz, Studienrat in **Braunschweig**, Wilhelm-Gymnasium.

Bronsart von Schellendorf, Frl. Dr. **Huberta**, Assistentin am Botan. Institut der Landwirtsch. Hochschule in **Hohenheim** b. Stuttgart.

Budde, Dr. **Hermann**, Lehrer in **Breckerfeld** b. Hagen.

Christiansen, Werner, cand. phil. et med. in **Kiel-Gaarden**, Stoschstr. 1.

Danilov, Dr. **A. N.**, Konservator am Botan. Garten in **Petersburg.**

Esdorn, Frl. **Ilse**, Apotheker, Assistentin des Botan. Institutes der Technischen Hochschule in **Braunschweig.**

Fischer, Dr. **Gustav** in **Jena.**

Frey, Frl. **Lucy** in **Riga**, Stabu iela 46/48, Quartier 67.

Goebel, Dr. **Franz**, Studienrat in **Neusalz a. d. Oder.**

Gropengießer, Kurt, Prokurist der Farbenfabr. vorm. Friedr. Bayer & Co., Leverkusen b. Köln, in **Opladen**, Wiembachallee 16.

---

1) Auch in diesem Jahre können nur die seit Erscheinen des vorigen Generalversammlungsheftes eingetretenen Veränderungen mitgeteilt werden; die Veröffentlichung des gesamten Mitgliederverzeichnisses muß leider vorläufig auf günstigere Zeiten verschoben werden.

Gscheidle, Adolf, Rektor in **Stuttgart**, Eßlinger Str. 20.
Günther, Franz, stud. phil. in **Berlin SW**, Alexandrinenstr. 24.

Håkansson, Dr. **Artur**, Privatdozent in **Lund** (Schweden), Botanisches Institut.
Handel-Mazzetti, Dr. **Heinrich**, Universitäts-Assistent in **Wien III/3**, Rennweg 14.
Heckmanns, Franz, Diplom-Landwirt, Wissenschaftl. Mitarbeiter der Farbenfabr. vorm. Friedr. Bayer & Co. in **Leverkusen** b. Köln, Landw. Abteilung, Karl-Rumpf-Str. 37.
Himmen, Eugen, stud. chem. in **Greifswald**, Wilhelmstr. 15a.

Iwanoff, Dr. **N. N.**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Petersburg**.

Jackel, Anton, Oberlehrer in **Schweinfurt**, Lingenbrunnstr. 8.

Kamptner, Dr. **Erwin** in **Wien IV**, Schönburgstr. 11.
Keißler, Dr. **Karl**, Kustos und Leiter der botanischen Abteilung des naturhistorischen Museums in **Wien I**, Burgring 7.
Keydel, Dr. med. **Karl** in **Dresden**, Lüttichaustr. 34.
Kirchhoff, Heinrich, Apotheker und Nahrungsmittelchemiker in **Braunschweig**, Hagenstr. 20.
Klika, Dr. **Jaromír**, Dozent der tschech. techn. Hochschule in **Prag**, Košíře-Václavka 333.
Komarnitzky, N., Assistent am Botan. Institut der Universität in **Moskau**.
Kremer, Frl. **Elisabeth**, Studienassessor in **Amerika** (nähere Adresse unbekannt).

Lebedincev, Frl. **Elisabeth** in **Petersburg**, Botanischer Garten.
Lenz, Dr. **Willy** in **Darmstadt**, Taunusstr. 34.
Ludwig, Dr. **Oskar**, Assistent am landwirtschaftl.-bakteriolog. Institut der Universität in **Göttingen**.
Lvoff, Dr. **Sergius**, Prof. am Medizin. Staatsinstitut in **Petersburg**, Universität.

Morstatt, Dr. **H.**, Regierungsrat an der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berlin-Dahlem**.
Moutesautos, Dr. **Nic.**, Professor in **Athen**, Botanischer Garten.
Müller, Justus in **Hamburg 13**, Grindelallee 35.

Nakano, Dr. **H.**, Professor in **Kagoshima Kotogakko**, Japan.
Niehus, Johannes, Oberinspektor am Botan. Garten in **Würzburg**.
Nürnberg, Erich, cand. rer. nat. in **Halle a. S.**, Botanisches Institut.

Oehm, Dr. **Gustav** in **Theusing** bei Karlsbad.
Oertel, **Adolf**, Garteninspektor in **Halle**, Kirchtor 1.
Olszewski, **Wolf**, Stadtamtsrat in **Dresden-N.**

Paulmann, Dr. **Richard**, Wissenschaftl. Mitarbeiter der Farbenfabr. vorm. Friedr. Bayer & Co. in **Leverkusen** bei Köln, Landw. Abteilung.
Petersen, **Fritz-Jürgen** in **Hamburg 26**, Mittelstr. 44.
Petersen, **Karl**, Mittelschullehrer in **Lübeck**, Schillerstr. 7.
Pietsch, **Albert**, Lehrer in **Wensickendorf** b. Berlin, Kr. Niederbarnim.
Pillay, Dr. **T. Padmanabha**, Phytopatholog in Villa Sankaramurty, **Trivandrum**, Travancore, Indien.

Rabbow, **Hans**, cand. phil. in **Greifswald**, Langefuhrstr. 21.
Rao, **Wuppala Lakshmana**, M. A., B. Sc. aus **Borhampur** (Indien), z. Zt. in Tübingen, Wilhelmstr. 88.
Rehberg, **M.**, Lehrer in **Oranienburg**, Königsallee 4, II.
Robinsohn, Dr. **Isak**, Spezialarzt für medizinische Radiologie in **Wien IX**, Elisabethpromenade 37.
Rump, **Ludwig**, Assistent am Institut für Pflanzenkrankheiten der Landwirtsch. Hochschule in **Bonn-Poppelsdorf**, Nußallee 7.

Sapěhin, Dr. **A. A.**, Professor in **Odessa**, Institutskaja 9, Verwaltung d. l. Versuchsstationen im Odessaer Gebiet.
Schimitzek, **Hans**, stud. forest. in **Wien II**, Ausstellungsstr. 51.
Schmidt, Frl. Dr. **Eva** in **Berlin-Lichterfelde**, Drakestr. 29a.
Schmidt, Dr. **Otto**, Assistent am Botan. Museum in Dahlem, in **Berlin-Friedenau**, Menzelstr. 28.
Schmucker, Dr. **Theodor**, Assistent am pflanzenphysiolog. Institut der Universität in **Göttingen.**
Schneider, **Erich** in **Gießen**, Bismarckstr. 9.
Schoenichen, Dr. Professor, Direktor der Staatl. Stelle für Naturdenkmalspflege in **Berlin**, Grunewaldstr. 6-7.
Schreiber, Dr. **Max**, Assistent an der Lehrkanzel für forstl. Produktionslehre der Hochschule für Bodenkultur in **Wien.**
Schröder, Dr. **Franz**, Regierungsrat und Mitglied des Reichsgesundheitsamtes in **Berlin NW 23**, Klopstockstr. 18.
Söding, Dr. **H.** in **Münster i. W.**, Botanisches Institut.
Spohr, Dr. **Edmund**, Privatdozent in **Dorpat** (Estland), Botanischer Garten.
Szabinin, Dr. **Dimitri**, Assistent an der Universität in **Perm.**

Thielmann, Frl. **Marie**, Assistentin am Botan. Institut der Universität in **Riga.**

Timm, Dr. **Rudolf**, Professor in **Hamburg 39**, Bussestr. 45.
Troitzkaja, Frl. **O. W.**, Assistentin am Landwirtschaftl. Institut und wissenschaftl. Mitglied des Botanischen Gartens in **Petersburg.**
Troll, Dr. **Wilhelm**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **München-Nymphenburg**, Menzinger Str. 15.
Trumpf, Dr. **Christian** in **Hamburg**, Burggarten 5.

Unger, Dr. **Wilhelm**, Apothekenbesitzer in **Würzburg**, Semmelstr. 31.

Vailionis, **Liudas**, Dozent an der Litauischen Universität in **Kowno.**
Viniklář, Dr. **Ladislav**, Assistent des botan. Institutes der tschechischen Universität in **Prag II**, Benátská 433.

Wahl, Dr. **Bruno**, Regierungsrat an der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in **Wien II**, Trunnerstr. 1.
Wahl, Dr. **Gustav**, Professor in **Hamburg 37**, Klosterallee 21.
Warth, **Gustav**, cand. rer. nat. in **Tübingen**, Weizsäckerstr. 17.
Wassermann, Dr. **Josef** in **München**, Gabelsberger Str. 83, II.
Wegewitz, **W.**, Lehrer in **Ahlerstedt**, Kr. Stade.
von Wettstein, Frau Dr. **Else** in **Berlin-Dahlem.**
Wiesemann, **Christian**, Garteninspektor in **Bonn**, Botanischer Garten der Universität.
Wulff, Dr. **Alfred**, Kustos an der Biolog. Anstalt in **Helgoland.**

Zahn, **Emil**, Inspektor des botan. Gartens der Universität in **Erlangen**, Loschgestr.
Zander, Dr. **Robert**, Assistent am Botan. Institut in **Halle**, Cröllwitzer Str. 25.
Zederbauer, Dr., Professor für Obst- u. Gartenbau an der Hochsch. f. Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstr. 17.
Zeidler, Frl. **Julia**, Apotheker in **Braunschweig**, Altewiekring 68.
Zimmermann, Dr. **Hans**, Vorsteher der Abteilung für Pflanzenschutz und Pflanzenkrankheiten an der Landwirtsch. Versuchsstation in **Rostock.**

2. Änderungen der Anschrift.

Aali, Dr. **Tewfik Bedr-Chan**, Osman Mufetischi in **Angora** (Türkei).
Alvarado, Dr. **S.** in **Tarragona** (Spanien), Instituto General y Tecnico.

Bauch, Dr. **Robert** in **Rostock**, Botanisches Institut, Doberaner Str. 143.
Bavendamm, Dr. **Werner** in **Sorau N.-L.**, Forschungsinstitut.

Becker, Dr. **Ernst**, Leiter der botanischen Abteilung der Landesversuchsstation in **Bernburg** (Anhalt), Nienburger Str. 15.

Béguinot, Dr. **Augusto**, Professor in **Messina**, Bot. Inst. und Garten d. Universität.

Bergsten, Carl, Dipl.-Ingenieur in **Leipzig-Schleußig**, Am Kreuztor 5.

Bitter, Dr. **Georg**, Professor in **Göttingen**, Botanisches Institut der Universität, Untere Karspüle 2.

Borowikoff, G. A. in **Odessa**, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

Bredemann, Dr. **G.**, Regierungs- und Ökonomierat, Vorsteher des Instituts für Pflanzenzüchtung der Preuß. Landwirtsch. Versuchs- u. Forschungsanstalten in **Landsberg a. W.**, Theaterstr. 25.

Bremekamp, Dr. **C. E. B.**, Professor der Botanik am „Transvaal University College, University of South Africa“ in **Pretoria** (Südafrika).

Brunswik, Dr. **Herm.**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Wien III/3**, Rennweg 14.

Buchheim, Dr. **Alexander**, Assistent am Botanischen Institut der Landwirtsch. Akademie in **Moskau**, Lobkowsky Pereulok 2, Wohnung 26.

Burgeff, Dr. **Hans**, o. Prof. und Direktor des Pflanzenphysiologischen Institutes d. Universität in **Göttingen**, Wilhelm-Weber-Str. 2.

Burret, Dr. **Max** in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Str. 6/8, Botanisches Museum.

Crüger, Dr. **Otto**, wissensch. Mitarbeiter der Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co., Leverkusen, in **Landsberg a. W.**, Gartenstraße 4, II.

Dusén, Dr. **P.** in **Sköldinge** in Schweden.

Eberle, Dr. **Georg** in **Offenbach**, Eisenbahnstr. 30.

Esser, Dr. **Peter**, Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Gartens und Institutes in **Köln a. Rh.**, Vorgebirgstr. 37.

Fehér, Dr. **Dániel**, Diplomingenieur, a. o. Professor der Botanik und Vorstand des Botan. Institutes und Gartens der K. Ungarischen Hochschule für Berg- und Forstingenieure in **Sopron** (Ödenburg), Ungarn.

Finn, Wladimir, Professor in **Kiew** (Rußland), Karawajewskaja Nr. 17-3.

Fischer, Dr. **Gustav** in **Berlin W 9**, Leipziger Platz 7.

Freiberg, Wilhelm, Eisenbahn-Inspektor in **Bebra**.

Fritsch, Dr. **F. E.**, Professor der Botanik am East London College, University of London, Privatadresse: **West View**, North Holmwood, Surrey, England.

Fünfstück, Dr. **Moritz**, früher Professor der Botanik und Pharmakognosie, Vorstand des Botanischen Instituts und Botan. Gartens der Techn. Hochschule in **Stuttgart**, Ameisenbergstr. 7.

Gaidukov, Dr. **N. M.**, Professor am Landwirtsch. Institut in **Minsk** (Rußland).

von Gaisberg, Frl. Dr. **Elisabeth** in **Tübingen**, Steinlachstr. 11.

Gassner, Dr. **Gustav**, Professor der Botanik, Direktor des Botan. Instituts und Gartens an der Technischen Hochschule in **Braunschweig**, Humboldtstr. 1.

Goetze, Frl. Dr. **Helene** in **Dresden-A.**, Blumenstr. 1, III.

Gradmann, Dr. **Hans**, Privatdozent, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Erlangen**, Essenbacher Str. 6.

Graf, Dr. **Jacob** in **Rüsselsheim a. Main**, Mainzer Str. 6.

Grüß, Dr. **J.**, Professor, Studienrat in **Friedrichshagen** bei Berlin, Bruno-Wille Str. 81.

Guttenberg, Dr. **Hermann Ritter von**, Professor der Botanik an der Universität in **Rostock**, Botanisches Institut, Doberaner Straße.

Haberland, Dr. in **Neuruppin**, Gartenstr. 2.

Hansteen, Dr. **B.**, Professor, Vorstand des Botan. Instituts der Landwirtsch. Hochschule Norwegens in **Aas** bei Kristiania (Norwegen).

Harder, Dr. **Hilda** in **Stuttgart**, Botanisches Institut der technischen Hochschule.

Harder, Dr. **Richard**, Professor, Vorstand des botanischen Instituts und Gartens der technischen Hochschule in **Stuttgart**. (Tübinger Adresse vorläufig noch Olgastr. 5.)

Helming, Theodor, Kaplan in **Osnabrück-Eversburg**, Die Eversburg 30.

Hurter, Ernst, Fachlehrer in **Kastanienbaum** (Luzern), Pilatusstr. 39.

Irmscher, Dr. **E.**, Professor, ständiger Mitarbeiter am Institut für allgem. Botanik und Kustos des Herbariums in **Hamburg 36**, Jungiusstraße.

Issatschenko, Dr. **Boris**, Professor, Direktor des Botanischen Gartens in **St. Petersburg**.

Jaeger, Dr. **Richard**, Studienreferendar in **Lehndorf** b. Braunschweig.

Janchen, Dr. **Erwin**, a. o. Univ.-Professor, Regierungsrat, Vizedirektor des Botanischen Gartens der Universität in **Wien III/I**, Ungargasse 71.

Karrer, Siegmund, Garteninspektor u. Prokurist in **Erfurt**, Bellingstr. 13.
Kjellberg, G., Studienrat in **Lidköping** (Schweden).
Knoke, Frl. Dr. **Franziska**, Studienassessorin in **Siegen i. W.**, Städtisches Lyzeum.
Knoll, Dr. **F.**, Professor, Direktor des Botan. Instituts und Gartens der deutschen Universität in **Prag II**, Weinberggasse 3a.
Kohfeldt, Professor in **Rostock i. M.**
Kolbe, R. W. in **Berlin-Dahlem**, Humboldtstr. 24 bei Kühn.
Kolkwitz, Dr. **Richard**, a. o. Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität und an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, Abteilungsleiter in der Landesanstalt für Wasserhygiene in **Berlin-Steglitz**, Rothenburgstr. 30.
Kordes, Dr. **Herbert**, Assistent am Institut für Agrikulturchemie und Bakteriologie der Landwirtsch. Hochschule in **Berlin-Dahlem**, Lentzeallee.
Kulke, Joachim, Studienreferendar in **Breslau 18**, Wölflstr. 20, I.
Kumm, Dr. **Paul**, Professor, Museumsdirektor a. W. in **Danzig**, Thornscher Weg 13, I.

Lamprecht, Dr. **K.**, Studienrat in **Berlin-Friedenau**, Goßlerstr. 17.
Lange, Frau Dr. **Mara**, geb. **Schlorff** in **Greifswald**, Roonstr. 33.
Lehmann, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik an der Universität in **Tübingen**, Wilhelmstr. 5.
Lepeschkin, Dr. **W. Wlad.**, Professor, z. Zt. in **Prag II**, Benatzka 433, Pflanzenphysiologisches Laboratorium der Universität.
Lieske, Dr. **Rudolf**, Professor in **Leverkusen** bei Köln, Farbenfabr. vorm. Friedr. Bayer & Co.

Meigen, Dr. **Friedrich**, Professor, Oberlehrer an der Städtischen Realschule in **Dresden-A. 16**, Holbeinstr. 107.
Mevius, Dr. **Walter**, Privatdozent an der Universität in **Münster i. W.**, Gertrudenstr. 10.
Meyer, Dr. **Adolf**, Bibliothekar an der Staats- und Universitätsbibliothek in **Hamburg 26**, Schulenbecksweg 11, pt.
Michaelis, Peter Georg, cand. rer. nat., Assistent in **Jena**, Botanisches Institut.
Münch, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik, Forstmeister, Botanische Abteilung der Forstlichen Hochschule in **Tharandt** (Sachsen).

Naumann, Dr. **Arno**, Hofrat, Professor, Assistent am Botanischen Garten und Lehrer für Botanik an der Gartenbauschule in **Dresden I**, Circusstraße, Tierärztl. Hochschule.

Nestler, Dr. **A.**, Regierungsrat, Professor der Botanik, Vorstand der Untersuchungsanstalt für Lebensmittel an der deutschen Universität in **Prag II**, Sluper Gründe.

Niemeyer, Dr. **Ludwig** in **Münster**, Botanisches Institut.

Nienburg, Dr. **Wilhelm**, Professor in **Kiel**, Botanisches Institut.

Noack, Dr. **Konrad Ludwig**, Privatdozent in **Würzburg**, Botanisches Institut.

Oppenheimer, Dr. **Heinz** in **Berlin-Lichterfelde-West**, Weddigenweg 44c.

Ostenfeld, Dr. **C. H.**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens und Museums in **Kopenhagen K**, Botanischer Garten.

Patschovsky, Dr. **Norbert**, Assistent am botanischen Institut der Universität in **Erlangen**.

Peklo, Dr. **O. Jaroslav**, Professor der Botanik an der Böhmischen Technischen Hochschule in **Prag II**, Trojanova-ulice.

Peters, Dr. **Leo**, Regierungsrat, Leiter der Zweigstelle der Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Aschersleben**, Leopoldstr. 4.

Pfeiffer, **Gustav**, Fabrikant in **Neustadt a. T.** (Böhmen).

Pfeiffer, **Hans**, prom. z. Dr. phil. in Washington DC (U. S. A.), Lehrer in **Bremen I**, Wilhelmstr. 7.

Rabanus, Dr. **Adolf** in **Uerdingen (Rh.)**, Chemische Fabrik Weiler ter Meer.

Rabbas, Dr. **Paul** in **Brandenburg a. H.**, Wallstr. 21.

Regel, Dr. **Konstantin**, Privatdozent an der Universität in **Kowno**, Botanisches Institut der Universität.

Reiche, Frl. Dr. **Hildegard** in **Berlin O 17**, Stralauer Allee 25a.

Riede, Dr. **Wilhelm**, Assistent am Botan. Institut der Landwirtsch. Hochschule in **Bonn-Poppelsdorf**, Meckenheimer Allee 106, II.

Rossner, Dr. **Ferd.** in **Strausberg** b. Berlin, Wilhelmstr. 97, I.

Schade, Dr. **A.**, Studienrat in **Dresden-A.**, Nürnberger Str. 18c, Erdg.

Scheibe, Frl. **H.**, Studienrat in **Pirna i. S.**, Reichsstr. 12.

Schenck, Frl. Dr. **Erna** in **Oppenheim a. Rh.**, Ernst-Ludwig-Str. 29.

Scherffel, Dr. **Aladár** in **Gödöllö**, Kiss Ferenc útca Nr. 1.

Schiemann, Dr. **Elisabeth**, Assistentin am Institut für Vererbungsforschung der Landw. Hochschule in **Berlin-Lichterfelde**, Zietenstr. 2, I.

Schikorra, Dr. **W**, Saatzuchtleiter der Westpreußischen Saatzuchtgesellschaft in **Danzig,** Jeschkentaler Weg 39.

Schilling, Dr. **Aug. Jg.,** Professor, Privatdozent an der Technischen Hochschule in **Darmstadt,** Büchnerstr. 12.

Schmidt, Dr. **Alexander** in **Zwickau (Sa.),** Glauchauer Str. 32, II.

Schottländer, Dr. **Paul,** Ritterguts- und Fideikommißbesitzer, Schloß Hartlieb, Kr. Breslau, Ehrenbürger der Univ. Breslau, Senator der Kaiser-Wilh.-Ges. zur Förderung der Wissenschaft in **Breslau,** Tauentzienstr. 2.

Schroeder, Dr. **Dominicus,** Professor in **Bremen 6,** Möckernstr. 64.

Schroeder, Dr. **Henry,** Professor der Botanik, Direktor des Botan. Gartens und Botan. Instituts an der Landwirtsch. Hochsch. in **Hohenheim** (Wrttbg.), Schloßbau 3.

Schussnig, Dr. **Bruno,** Privatdozent an der Universität in **Wien III,** Rennweg 14, Botan. Institut.

Schwemmle, Dr. **Julius,** Assistent am Botan. Institut in **Tübingen.**

Seckt, Dr. **Hans,** Professor der Botanik an der Universität in **Cordoba** (Argentinien).

Seeliger, Dr. **Rud.,** Assistent an der Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem, Zweigstelle **Naumburg a. S.,** Sedanstr. 37.

Shibata, Dr. **K.,** Professor in **Tokio** (Japan), Botanisches Institut der Universität.

Siebert, Dr. **Alfred** in **Göttingen,** Walkenmühleweg 16.

Sierp, Dr. **Hermann,** Professor an der Universität in **München-Nymphenburg,** Menzinger Str. 13.

Simon, Dr. **Heinrich Joseph,** Professor in **Dresden,** Wintergartenstr. 19.

Staiger, Dr., Nahrungsmittelchemiker und Apotheker in **Berlin-Niederschönhausen,** Blücherstr. 20.

Stern, Dr. **Kurt** in **Frankfurt a. M. - Niederrad,** Deutschordenstr. 78.

Stocker, Dr. **Otto,** Studienrat in **Bremerhaven,** Bogenstr. 9.

Stoppel, Dr. **Rose** in **Ahrensburg** bei Hamburg, Große Straße 18.

Süssenguth, Dr. **Karl,** Privatdozent in **München - Nymphenburg,** Pilarstr. 7, I.

Szabó, Dr. **Zoltán,** tit. a. o. Professor für Botanik an der Veterinärhochschule und öff. a. o. Professor der landwirtschaftlichen Botanik an der Staatswirtschaftl. Universität in **Budapest VIII,** Ludoviceum-utca 4, I, 12.

Tessendorff, Dr. **Ferdinand,** Oberstudiendirektor am Helmholtz-Realgymnasium zu Berlin-Schöneberg, in **Berlin-Friedenau,** Cecilien-garten 7.

Tischler, Dr. **Georg**, o. Professor und Direktor des Botan. Instituts u. Gartens an der Universität in **Kiel**, Düsternbrookerweg 17, I.

Tobler, Dr. **Friedrich**, Professor der Botanik in **Sorau N.-L.**, Forschungsinstitut für Bastfasern.

Tobler-Wolff, Dr. **Gertrud** in **Sorau N.-L.**, Forschungsinstitut für Bastfasern.

Tokugawa, Dr. **Y.**, Marquis in **Tokio-Fu** (Japan), Biologisches Institut, Hiratsuka-Mura, Ebara-Gun.

Wangerin, Dr. **W.**, a. o. Professor an der Technischen Hochschule und Abteilungsdirektor am Museum für Naturkunde und Vorgeschichte in **Danzig-Langfuhr**, Kastanienweg 7.

Wetzel, Dr. **Karl**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Leipzig**, Färberstr. 18.

Winkler, Dr. **Hans**, Professor, Direktor des Botan. Gartens und des Instituts für allgemeine Botanik in **Hamburg 36**, Jungiusstr. 6.

Winkler, Dr. **Hubert**, Professor in **Breslau 9**, Göppertstr. 4.

Wislouch, Dr. in **Warschau**, Pharmakognost. Institut der Universität, Krakauer Vorstadt 26/28.

Yamaguchi, Dr. **Yasuke** in **Okayama**, Gobancho 13/3, Japan.

3. Ausgetreten.

Du Rietz, **Einar**, Assistent in **Upsala**.

Jensen, **Hjalmar** in **Hellerup** (Dänemark).

Keller, Dr. **Robert**, Gymnasialrektor in **Winterthur**.

Killermann, Dr. **Seb.**, Professor in **Regensburg**.

Müller, **Lene** in **Neuß a. Rh.**

Schips, Dr. **Martin**, Professor in **Zürich**.

Wehrhahn, **W.**, Rektor in **Hannover**.

4. Verstorben.

Heinrich, Dr. **Martin**, Privatdozent für Pflanzenproduktionslehre und Abteilungsvorsteher an der Landwirtsch. Versuchsstation in **Rostock i. M.** Verstarb im August 1922.

Hiltner, Dr., Professor, Oberregierungsrat, Direktor der Bayr. Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in **München-Schwabing**. Verstarb am 6. Juni 1923.

Holtermann, Dr. **Carl**, Professor, Privatdozent der Botanik in **Berlin-Charlottenburg**.

Lindau, Dr. **Gustav**, Professor, Kustos am Botanischen Museum in **Berlin-Dahlem**. Verstarb am 23. Oktober 1923.

Neger, Dr. **F. W.**, Professor der Botanik an der Techn. Hochschule und Direktor des Botanischen Gartens in **Dresden**. Verstarb am 6. Mai 1923.

Nordstedt, Dr. **O.**, Professor in **Lund**. Verstarb am 6. Februar 1924.

Osterwald, Carl, Professor in **Berlin**. Verstarb am 13. Dezember 1923.

Schellenberg, Dr. **H. C.**, Professor an der Eidgen. Technischen Hochschule in **Zürich**. Verstarb am 27. Oktober 1923.

Senft, Emanuel, mag. pharm., Dozent, Oberinspektor und Abteilungsleiter an der Landw.-chem. Versuchsstation in **Wien**. Verstarb im Juli 1922.

Sieben, Hubert, Techniker am Botan. Institut in **Bonn**. Verstarb im Frühjahr 1923.

Wille, Dr. **J. N. F.**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens in **Kristiania**. Verstarb am 4. Februar 1924.

Wirtgen, Dr. h. c. **Ferd.**, Rentner in **Bonn**. Verstarb am 26. Januar 1924.

Zander, **A.**, Professor, Studienrat in **Berlin-Halensee**. Verstarb am 23. April 1923.

Register zu Band XLI.

I. Geschäftliche Mitteilungen.

2. Nachrufe.

3. Wissenschaftliche Mitteilungen.

Seite

Übersicht der Hefte.

Heft 1, ausgegeben am 22. Februar 1923, S. 1—32.
Heft 2, ausgegeben am 22. März 1923, S. 33—96, mit Tafel I (Graf zu Solms-Laubach-Heft).
Heft 3, ausgegeben am 26. April 1923, S. 97—134.
Heft 4, ausgegeben am 24. Mai 1923, S. 135—170.
Heft 5, ausgegeben am 28. Juni 1923, S. 171—234 (Melchior-Treub-Heft).
Heft 6, ausgegeben am 26. Juli 1923, S. 235—274.
Heft 7, ausgegeben am 17. Oktober 1923, S. 275—322.
Heft 8, ausgegeben am 29. November 1923, S. 323—354.
Heft 9, ausgegeben am 27. Dezember 1923, S. 355—378.
Heft 10, ausgegeben am 24. Januar 1924, S. 379—410.
Generalversammlungsheft (Schlußheft), ausgegeben am 23. April 1924, S. (1)—(124).

Zur Beachtung!

Innerhalb Deutschlands erhalten die Mitglieder die Berichte durch den Postzeitungsvertrieb. Für **pünktliche und regelmäßige Zustellung** der Berichte ist **die Post verantwortlich.** Beschwerden über Ausbleiben des Heftes (am Ende jeden Monats mit Ausnahme von August und September) sind **innerhalb 4 Wochen an die zuständige Poststelle zu richten**, welche **zur kostenlosen Nachlieferung** fehlender Hefte **unbedingt verpflichtet** ist. **Bei Wohnungswechsel ist die Umleitung der Zeitschrift bei dem zuständigen Postamt** unter Beifügung einer Umschreibegebühr **unter allen Umständen** zu **beantragen**, da sonst leicht Hefte verloren gehen können. Zugleich ist der Wohnungswechsel der Mitglieder auch Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15, bekanntzugeben.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen **Manuskripte** für die Sitzungen im Jahre 1924 **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders und vollständig druckreif** an Herrn Geh. Regierungsrat Prof Dr. **A. Zimmermann, Berlin-Steglitz, Schildhornstr. 89**, zu senden. Den Mitgliedern können **kostenlos nur 2 Arbeiten von je 6 Druckseiten in normalem Druck und der Raum einer Seite für Textfiguren in Strichätzung jährlich** zugestanden werden. **Alle Mehrkosten**, die durch Ueberschreiten der im Vorstehenden festgesetzten Bedingungen entstehen, **insbesondere auch die Kosten für Petitdruck im Text, Druck von Tabellen und Autorkorrekturen, sind vom Autor zu tragen.** Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke und Korrekturen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen sind zu senden an Herrn Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1924.

Für die Generalversammlung: G. Haberlandt, Präsident; C. Correns, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: A. Zimmermann, Vorsitzender; H. Harms, 1. Stellvertreter; R. Pilger, 2. Stellvertreter; B. Leisering, 1. Schriftführer; K. Snell, 2. Schriftführer; F. Herrig, 3. Schriftführer; Schatzmeister: E. Tiegs.

Redaktionskommission: A. Zimmermann, B. Leisering, K. Snell, F Herrig, A. Engler, H. Miehe, C. Correns.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Mitgliederversammlung (Generalversammlung): L. Diels, R. Kolkwitz, F. Duysen, H. Miehe, M. Burret.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Verfasser erhält **50 Sonderabdrücke, geheftet, kostenfrei.**
2. Werden mehr als 50 Abzüge gewünscht, so muß die Bestellung der Ueberzahl vor der letzten Korrektur erfolgen. Die Kosten für die Mehrabzüge werden wie folgt berechnet:

a) für jeden Bogen Papier zum Text	0,03 M.
b) Buchbinderlohn je Abdruck	0,02 M.
c) für jeden Umschlag	0,02 M.
d) Besonderer Titel bis 50 Stück	6.00 M.
„ „ „ 100 „ . . .	8.00 M.
„ „ für je weitere 50 Stück	1,00 M.

Die Rechnungsbeträge werden auf 5 bzw 10 Pf. aufgerundet.

Druck von A. W. Hayn's Erben, Berlin SW 68